

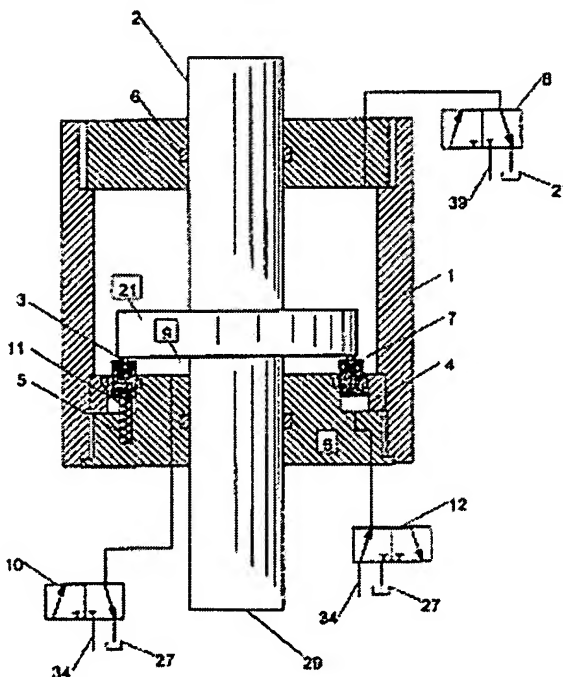
## Work cylinder with piston and cylinder

**Patent number:** DE19602390  
**Publication date:** 1996-08-01  
**Inventor:** KELLER ULRICH (DE)  
**Applicant:** KELLER ULRICH (DE)  
**Classification:**  
- **International:** F15B15/20; F15B15/14  
- **European:** F15B15/20C  
**Application number:** DE19961002390 19960124  
**Priority number(s):** DE19961002390 19960124; DE19951002707 19950128

[Report a data error here](#)

### Abstract of DE19602390

A function space is formed between the piston, the ring-shaped component and the cylinder. It is sealed in relation to the remaining cylinder space and the pressure is controlled by a control valve. The ring-shaped component is in effective connection with a ring space, the pressure of which is controllable by a control valve. By arrangement of the ring space (11) on the opposite side of the ring-shaped component (3) to the locating side, the ring space during the work stroke is activated with at least the same pressure as the cylinder space, and the function space (9) is at the same time pressure-unloaded. During the return stroke the ring space and the function space are activated with higher pressure than the cylinder space.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

33 074



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 02 390 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F15B 15/20**  
F15B 15/14

②① Aktenzeichen: 196 02 390.4  
②② Anmeldetag: 24. 1. 96  
④③ Offenlegungstag: 1. 8. 96

DE 196 02 390 A 1

③① Innere Priorität: ③② ③③ ③①

28.01.95 DE 195027078

⑦① Anmelder:

Keller, Ulrich, 31303 Burgdorf, DE

⑦④ Vertreter:

Leine und Kollegen, 30163 Hannover

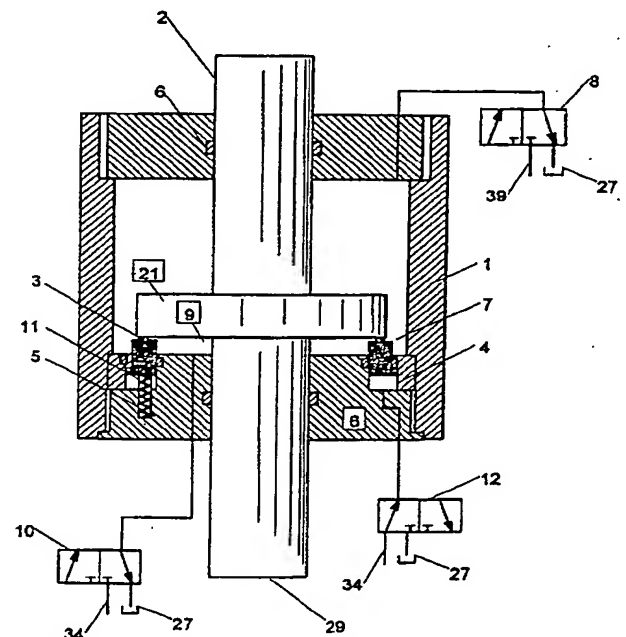
⑦② Erfinder:

gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Arbeitszylinder

⑤⑦ Die Erfindung betrifft einen Arbeitszylinder mit einem Kolben und einem Zylinder, dessen Innendurchmesser größer ist als der maximale Kolbendurchmesser. Um Strömungsverluste des Zylinders beim Leerhub des Kolbens zu vermeiden und um das Verkuppeln des Kolbens mit dem Zylinder für den Arbeitshub schneller, verschleißfreier und zuverlässiger zu gestalten, weist der Zylinder (1) ein ringförmiges Bauteil (3) auf, mit dem der Kolben (21) beim Arbeitshub in Wechselwirkung tritt, derart, daß zwischen dem Kolben (21), dem ringförmigen Bauteil (3) und dem Zylinder (1) ein Funktionsraum (9) gebildet ist, der gegenüber dem restlichen Zylinderraum abgedichtet ist und dessen Druck über ein Steuerventil (10) steuerbar ist.



DE 196 02 390 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 06.96 602 031/465

28/25

Die Erfindung betrifft einen Arbeitszylinder gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Derartige Arbeitszylinder können zum fluidgesteuerten Kuppeln von zwei Bauteilen eingesetzt werden. Nachteilig bei bekannten derartigen Einrichtungen ist, daß der Kupplungsvorgang über mechanisch bewegte Bauteile ausgeführt wird und damit einen erhöhten Verschleiß bewirkt. Nachteilig ist weiterhin, daß wegen der erforderlichen Fluidströmung über Zuleitungen die maximale Verfahrensgeschwindigkeit sowie die Koppelzeit vorhandener Einrichtungen erheblich eingeschränkt ist.

In der PS DE 42 33 115 wird eine Einrichtung beschrieben, die diese Nachteile deutlich vermindert. Durch das Ankuppeln des innerhalb eines Zylinderraumes frei beweglichen Kolbens in einer Endlage mit Hilfe der Drucksteuerung eines Schaltraumes wird das Problem des Verschleißes und der zu geringen Verfahrensgeschwindigkeiten gelöst.

Die in der PS DE 42 33 115 angegebene Lösung weist je doch noch bestimmte Verbesserungsmöglichkeiten auf.

Bei Aufsetzen des in dieser Schrift dargestellten Kolbens auf einen weiteren, verschieblichen Kolben muß der angegebene Schaltraum über eine Druckleitung, die durch die untere Kolbenstange verläuft, angesteuert werden. Eine derartige Leitungsführung ist ungünstig, wenn die untere Kolbenstange einen Pressenstößel betätigt wodurch die Betätigung des Schaltraums vom verschieblichen Pressenstößel aus erfolgen muß. Besser ist es, den Schaltraum stets vom Zylinderboden aus anzusteuern.

Desweiteren ist der aufgezeigte Zylinder anfällig gegen seitliche Kräfte auf die Kolbenstange, die dazu führen können, daß der Kupplungszustand ungewollt unterbrochen wird. Nachteilig ist weiterhin noch, daß bei der dargestellten Variante mit Aufsetzen des Kolbens auf einen weiteren verschieblichen Kolben der untere Kolbenraum nicht drucklos werden darf, da sonst gleichfalls der Kupplungszustand ungewollt unterbrochen wird.

Weitere Nachteile des Zylinders sind:

- Wenn der Zylinder längere Arbeitshübe auszuführen soll, ist ein zusätzlicher Kolben erforderlich, der eine aufwendig durch Honen zu erstellende Zylinderwandung erfordert.

- Der Lösevorgang für den Kolben nach einem Arbeitshub bzw. die Einleitung des Rückhubs erfordert eine bestimmte Zeit. Nach Unterbrechung des Kupplungsvorgangs durch Beaufschlagung des kleinen Schaltraums mit Druck dauert es eine bestimmte Zeit, bis sich der Kolben vom verschieblichen Kolben löst, da Öl zunächst über einen sehr engen Spalt in den sich dann langsam vergrößern den Schaltraum einfließen muß.

Für sehr viele Anwendungsfälle ist es notwendig, daß der Kolben in der Nähe der Endlage noch einen Hub ausführen kann, wobei für die meisten Anwendungen ein relativ geringer Hub ausreichend ist. Meist ist lediglich der Ausgleich von Ungenauigkeiten oder aber die Kompensation elastischer Verformungen (Verriegelungs- und Spannelemente) erforderlich. Bei vielen Anwendungen ist es aber auch wünschenswert, in Nähe der Endlage noch einen bestimmten Arbeitshub ausführen

zu können. Dies ist beispielsweise der Fall bei Preßmaschinen. Wegen der immer vorhandenen Gestellfederung und der gewünschten Werkstückverformung muß der Kolben bei diesen Einrichtungen immer einen bestimmten Weg fahren können. Die in der Schrift DE PS 42 33 115 angegebene Möglichkeit, nach Aufsetzen auf einen Kolben noch einen bestimmten Kolbenweg zu fahren, ist wegen der dort vorliegenden Ansteuerung eines im Zylinder bewegten Kolbens noch zu verbessern. Eine Einrichtung zum Kuppeln von Bauteilen in Arbeitsmaschinen muß weiterhin sehr zuverlässig arbeiten. Bekannte Lösungen wie schnell verschleißende mechanische Hebel, Stifte und dgl. sind für diesen Zweck ebenfalls ungeeignet. Zudem soll die Herstellung der Einrichtung sehr kostengünstig sein.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, einen Arbeitszylinder der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß folgende Anforderungen erfüllt werden:

- Der Zylinder ist in der Lage längere Arbeitshübe auszuführen, ohne daß hierfür eine aufwendige Honbearbeitung der Zylinderinnenwandung erforderlich ist,

- Übliche Verkantungen des Kolbens durch exzentrische Belastung beeinträchtigen den Kupplungszustand des Zylinders in keiner Weise,

- Der Lösevorgang für den Kolben zum Beenden des Arbeitshubs bzw. die Einleitung des Rückhubs mit Hilfe extern angebrachter; kleinerer Eilgangzylinder soll schnell und präzise ausführbar sein

- Im Rückhub ist der Zylinder in der Lage, eine Kraft auszuüben.

Diese Aufgaben werden durch die Erfindung gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Aufgabenlösung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Durch das Aufsetzen eines Kolbens auf einen verschieblichen, über einen Ringraum steuerbaren Schaltring ist sowohl der Einkuppelvorgang als auch der Auskuppelvorgang auf einfache und zuverlässige Weise möglich. Die Aufteilung der Flächenverhältnisse am Schaltring kann so ausgeführt werden, daß zum Ankuppeln des Schaltrings an den Kolben im Ringraum der gleiche Druck wie im Zylinderraum herrschen kann, wodurch die Steuerung vereinfacht wird.

Soll der Kolben an der vom Schaltring separierten Kolbenfläche mit einem höheren Druck als an der gegenüberliegenden Fläche beaufschlagt werden, so wird der Druck des Ringraums, der wiederum den Anpreßvorgang zwischen Kolben und Schaltring steuert, mit einem Ventil vorgegeben. Je nach Anordnung des Ringraums wird dieser mit einem höheren oder einem geringeren Druck beaufschlagt, als er im Zylinder herrscht. Befindet sich der Ringraum zwischen Schaltring und Kolben, so wird der Ringraum mit einem geringeren Druck als der Zylinderraum beaufschlagt. Befindet sich der Ringraum an der Seite, die der Anlagenseite zwischen Schaltring und Kolben gegenüberliegt, so wird der Ringraum mit einem höheren Druck als er im Zylinder herrscht beaufschlagt. Der Kolben kann dabei je nach Ausführungsform auf dem Schaltring aufsetzen oder aber auch in den Innenbereich des Schaltrings eintauchen.

Ein Ablösen des Schaltrings vom Kolben, wodurch der Kupplungszustand zwischen Kolben und Zylinder in kürzester Zeit aufgehoben wird, wird gleichfalls durch

die Drucksteuerung des Ringraums, die dabei der Drucksteuerung des Ankuppelns von Schaltring und Kolben entgegengesetzt ist, realisiert. Weil während des Lösens des Schaltrings vom Kolben das Abströmen geringer Ölmengen aus dem im Verhältnis zum Zylinder-  
raum sehr klein ausgebildeten Ringraum die Ausbildung eines großen Überströmquerschnitts zwischen Schaltring und Kolben in sehr kurzer Zeit bewirkt, ist der erfindungsgemäße Zylinder geeignet für Arbeitsvorgänge, bei denen im unteren Umkehrpunkt kürzeste Schaltzeiten gewünscht sind (z. B. Schmiedepressen, Überlastzylinder). Der Schaltring wirkt damit bezüglich der Herstellung einer Druckverbindung zwischen den beiderseits des Kolbens angeordneten druckbeaufschlagten Flächen als eine zusätzliche Verstärkerstufe, die in ihrer Wirkung einer zusätzlichen Verstärkerstufe bei mehrstufigen Ventilen entspricht. Gegenüber der letzten Verstärkerstufe von mehrstufigen Ventilen, die sehr groß ausgeführt und damit träge Ventilkolben aufweisen, kann der Schaltring mit einer geringen axialen Ausdehnung versehen werden, so daß dessen Trägheit sehr gering ist und damit die Verstärkerstufe Schaltring ein sehr gutes dynamisches Verhalten aufweist. Ein weiterer Vorteil ist hierbei noch, daß der ohnehin funktionsbedingte Schaltring es ermöglicht, auf große, mehrstufige Steuerventile zu verzichten und kleine Steuerventile zu verwenden, wodurch sich gleichzeitig eine Kostenersparnis und eine weitere Verbesserung des gesamten dynamischen Verhaltens ergibt.

Dem Schaltring wird aufgrund bestimmter, vorgegebbarer Toleranzen eine Beweglichkeit zwischen axialer und radialer Richtung zugeordnet, er kann sich so in einem bestimmten Bereich schrägstellen und damit Verformungen des Zylinders, beispielsweise infolge äußerer Maschinbelastungen, zuverlässig ausgleichen.

Bei dem Arbeitszylinder gemäß vorliegender Erfindung ist wegen des nahezu ungehinderten Überströmen von Fluid innerhalb des Zylinders eine hohe Eilanggeschwindigkeit (entkuppelter Zustand) gewährleistet. Hierdurch ergeben sich wesentliche Vorteile. Wegen der selbst bei großen Eilanggeschwindigkeiten äußerst geringen Strömungsverluste des aufgezeigten Zylinders ist es mit diesem Zylinder möglich, auch bei geforderten größten Hübten und sehr hohen Kolbengeschwindigkeiten einen Zylinder mit gleich großen Kolbenstangen einzusetzen. Weil ein Zylinder mit gleich großen Kolbenstangen das im Zylinder befindliche Fluidvolumen nicht verändert, ist es bei Zylindern mit gleich großen Kolbenstangen möglich, den Druckaufbau zu beliebiger Zeit vorzunehmen, beispielsweise im Stillstand des Zylinders und auch noch während des Leerhubes. Dem verstärkten Einsatz von Zylindern mit gleich großen Kolbenstangen mit Beibehaltung des Zylinderdruckes nach dem Arbeitshub standen bisher die hohen Strömungsverluste bei größeren Kolbengeschwindigkeiten entgegen.

Mit Hilfe von Nachsaugeinrichtungen mit großen Strömungsquerschnitten war es möglich, die Verfahrensgeschwindigkeit von Kolben in Zylindern zu erhöhen. Ein sehr wesentlicher Nachteil ist hier jedoch der mit jedem Hub notwendige erneute Druckaufbau im Zylinder, woraus erhebliche Energieverluste resultieren. Die sich beim Einsatz von Nachsaugeinrichtungen sowie Öl als Druckmedium ergebenden Verluste an Energie können beispielhaft anhand eines Zylinders mit einer Hublänge von 1000 mm abgeschätzt werden. Wegen der starken Kompressibilität von Hydrauliköl speichern Hydraulik-

zylinder mit großen Zylinderräumen eine erhebliche Menge an Federenergie. In erster Näherung rechnet man bei einer Druckänderung von 100 Bar mit einer Federung der Ölsäule im Zylinder von 1%. Bei einem Druck von 300 Bar und einer Länge der Ölsäule im Zylinder von 1000 mm ergibt sich damit eine Federung der Ölsäule von 30 mm. Diese Federenergie wird bei Entlastung des Kolbens wieder frei. Umgekehrt muß für einen Druckaufbau von 300 Bar in diesem Zylinder Hydrauliköl mit einem Volumen von 30 mm multipliziert mit der Zylinderfläche unter ansteigendem Druck in den Zylinder eingebracht werden. Bei vielen von Hydraulikzylindern ausgeführten Arbeitsvorgängen beträgt dagegen der eigentliche Zylinderhub unter Last nur wenige Millimeter. Beispiele hierfür sind Schneidvorgänge bei Blechen, Prägevorgänge und Zuhaltvorgänge bei Kunststoffmaschinen. Wegen des großen Anteils der bei diesen Vorgängen für die Ölfederung aufzuwendenden Energie beträgt der Wirkungsgrad für derartige Vorgänge oft weniger als 10%. Es ergibt sich auf diese Weise für jeden Arbeitsvorgang eine ganz erhebliche Verlustenergie, die neben einer unerwünschten Ölerwärmung im Hydrauliksystem zu einem großen Verbrauch von Antriebsenergie führt.

Mit dem erfindungsgemäßen Aufbau ist es möglich, die im Öl gespeicherte Federenergie auch nach erfolgtem Arbeitshub im Zylinder zu halten und gleichzeitig höchste Kolbengeschwindigkeiten im Eilgang zu realisieren. Das Öl muß bei einer Kolbenrückbewegung nicht aus dem Zylinder herausgedrückt werden. Die gespeicherte Energie ist für den nächsten Arbeitshub wieder nutzbar. Es ist lediglich für den nächsten Arbeitshub das infolge des abgelaufenen Arbeitsvorganges aus dem Funktionsraum 9 zum Tank abgelassene Ölvolumen wieder aufzufüllen. Der Druckaufbau im Zylinder kann während des Kolbenstillstandes, im Eilgang und bei Bedarf noch während des Arbeitshubes erfolgen. Durch Ausnutzung der Ölfederung wird es so möglich, bei Arbeitsvorgängen mit geringen Hübten die erforderliche Energie im Zylinder "vor Ort" zu halten und in kürzester Zeit freizusetzen. Der Zylinder ist mit der so gespeicherten Energie in der Lage, nach dem nächsten Einkuppeln wieder einen Arbeitshub entsprechend der Federkennlinie der Ölsäule im Zylinder auszuführen. Beispielsweise kann ein derartiger Zylinder bei einer Länge der Ölsäule von 1000 mm und einem Anfangsdruck von 300 Bar einen Weg von 30 mm mit abnehmender Kraft ausführen. Nach einem Weg des Kolbens von beispielsweise 10 mm stehen damit immer noch zwei Drittel der anfänglichen Maximalkraft des Kolbens zur Verfügung. Damit wird es möglich, eine Vielzahl von Arbeitsvorgängen, beispielsweise Zuhalte- oder Prägevorgänge, allein mit der im Zylinder gespeicherten Federenergie vorzunehmen. Die bisher für den Wirkungsgrad der Hydraulikeinrichtung sehr schädliche Ölfederung wird bei dem erfindungsgemäßen Hydraulikzylinder damit sinnvoll zu einer Verbesserung des Wirkungsgrades der Hydraulikeinrichtung und zur Erhöhung der Taktzahl der Maschinen eingesetzt. Ein weiterer Vorteil ist die mögliche hohe Geschwindigkeit des Kraftaufbaues im Zylinder wegen der im Zylinder gespeicherten Federenergie. Ein Druckaufbau ist bei kleinen Hübten des Kolbens nicht erforderlich, der Kraftaufbau wird pumpenunabhängig über die Druckentlastung des Funktionsraumes erreicht. Dies ist beispielsweise bei Kunststoffmaschinen vorteilhaft, auf denen Kunststoffe in einer Form durch molekulare Vernetzungsvorgänge ausgehärtet werden. Die Vernetzungsvorgänge beginnen bereits bei

Einlegen der Materialkomponenten in die Form. Je länger dann der Eilgang der Maschine sowie der Kraftaufbau am Kolben dauern, um so weiter schreitet die Aushärtung der Materialien vor dem endgültigen Verpressen in die Form voran und um so höher wird die dann erforderliche Maschinenkraft.

Eine weitere Verstärkung der angegebenen Speichervirkung kann erreicht werden durch zusätzliche im oder am Zylinder angebrachte Speicher, beispielsweise Kolbenspeicher. In Verbindung mit den äußerst geringen Strömungsverlusten des Zylinders im Eilgang können mit dem erfindungsgemäßen Arbeitszylinder Maschinen mit größeren Taktzahlen gebaut werden bei gleichzeitiger erheblicher Verminderung der benötigten Antriebsenergie.

Durch die erfindungsgemäße Anwendung von mehreren konzentrisch angeordneten Schaltringen und deren höhenmäßige Staffelung ihres Eingriffsweges ist es außerdem möglich, den Aufbau des Arbeitszylinders an gegebene Kraft-Weg-Verläufe des Arbeitshubes anzupassen.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß der Innenraum des Zylinders 1 nicht mehr durch Honen oder andere hochgenaue Verfahren bearbeitet werden muß. Damit einher gehen Kostenersparnisse, die dem Mehraufwand für die Schaltringe entgegenwirken bzw. ihn aufheben. Besonders bei Zylindern für Wasserhydraulik ist die Möglichkeit, den Zylinderinnenraum beliebig beschichten zu können ohne dabei auf höchste Präzision oder eine bestimmte Abriebsfestigkeit achten zu müssen, von besonderem Vorteil.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von in der beigefügten Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

Es zeigen; Fig. 1 bis 18 verschiedene Ausführungsformen eines Arbeitszylinders. Gleiche Bauteile in den Figuren der Zeichnungen sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführung, bei welcher ein Schaltring 3 durch Druckbeaufschlagung eines unterhalb des Schaltrings 3 befindlichen Ringraums 11 an einen Kolben 21 angepreßt und durch Druckentlastung des Ringraums 11 wieder gelöst wird. Die Drucksteuerung des Ringraums 11 erfolgt über ein Ventil 12, das den Ringraum mit dem Steuerdruck aus einer Zuleitung 34 beaufschlagt oder den Ringraum 11 über eine Leitung 27 mit dem Tank verbindet. Im Leerhub bzw. im Eilgang kann sich der Kolben 21 innerhalb eines Zylinders 1 unbehindert durch größere Strömungswiderstände frei bewegen. Die Bewegung des Kolbens 2 ist dabei durch Eingangsmechanismen von außen aufgeprägt. In der Regel werden hierfür wiederum Hydraulikzylinder Anwendung finden. Die Fläche des erfindungsgemäßen Arbeitszylinders, woraus geringe Energieaufwendungen für die Eilgangzylinder sowie hohe Geschwindigkeiten resultieren. Neben hydraulisch betätigten Eilgangszylindern sind beliebige andere Antriebsmechanismen denkbar. Für den Antrieb im Eilgang kommen beispielsweise Kurbeltriebe, Spindeltriebe oder Linearmotoren in Betracht. Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist eine obere Kolbenstange 2 einen etwas größeren Durchmesser als eine untere Kolbenstange 29 auf. Auf diese Weise ist ein Druckübersetzer-effekt im Eilgang erzielbar. Weiterhin kann es aus Gründen der Maschinensicherheit vorteilhaft sein, einen mit der unteren Kolbenstange 29 verbundenen Stößel einer senkrecht aufgestellten Arbeitsmaschine im Ruh-

zustand der Maschine sicher in seiner oberen Lage zu halten. In den meisten Fällen werden jedoch Kolbenstangen mit gleich großen Durchmessern Verwendung finden.

Bei Aufsetzen des Kolbens 2 auf den Schaltring 3 wird von Kolben und Schaltring ein abgeschlossener Raum, der Funktionsraum 9 gebildet. Innerhalb des Zylinders 1 liegt dabei während des gesamten Vorganges Fluiddruck an. Durch Druckentlastung des Funktionsraumes 9 über ein Steuerventil 10 wird eine Veränderung der Flächenverhältnisse für den am Kolben 21 angreifenden Fluiddruck erzielt, die eine Veränderung der am Kolben angreifenden Kraftkomponenten bewirkt. Die Kolben-Zylinder-Einheit nun in der Lage, große Kräfte auszuüben bzw. zu übertragen.

Die Flächenaufteilung am Schaltring 3 sorgt während des Arbeitshubes dafür, daß während der gekuppelten Kolbenstellung der Schaltring an den Kolben 21 gepreßt wird und so abdichtend zwischen Kolben und dem Innenraum des Zylinders 1 wirkt. Dazu wird die oben liegende Fläche des Schaltrings 3 mit dem verringerten Druck des Funktionsraums 9 beaufschlagt während auf die unten liegende Fläche des Schaltrings 3 der höhere Druck aus dem Zylinderraum 7 anliegt, wodurch insgesamt auf den Schaltring 3 eine Kraftkomponente in Richtung Kolben 21 wirkt.

Während des Arbeitshubs des Zylinders ist es dabei ausreichend, den Ringraum 11 mit dem gleichen Druck wie den Zylinderraum 7 zu beaufschlagen. Ist es erforderlich, zu Beginn des Rückhubs des Zylinders Kräfte aufzubringen, beispielsweise zum Lösen des Werkstücks aus Formhälften, werden zunächst der Ringraum 11 und danach der Funktionsraum mit einem höheren Druck als der Zylinderraum 7 beaufschlagt. Die am Schaltring 3 herrschenden Kräfteverhältnisse gewährleisten in diesem Modus, daß der Schaltring 3 zuverlässig den Funktionsraum 9 gegen den Kolben 21 abdichtet. Eine Druckbeaufschlagung des Funktionsraums mit einem höheren Druck als dem im Zylinderraum 7 herrschenden Druck ergibt entsprechend der vorhandenen Flächenverhältnisse dann eine ausreichende Rückhubkraft am Kolben 21.

Der Schaltring 3 wird in seinem Hub begrenzt mittels des Halterings 4. Die Federn 5 gewährleisten, daß der Schaltring zu Beginn des gewünschten Kuppelvorgangs in seiner oberen Ausgangsposition gehalten wird. Nach dem Verkuppeln von Zylinder 1 und Kolben 21 mit Hilfe des Schaltrings kann der Funktionsraum zum Tank druckentlastet werden. Der Kolben kann dann einen Arbeitshub ausführen.

Das Entkuppeln kann auf zweierlei Weise realisiert werden. Zum einen durch eine Druckbeaufschlagung des Funktionsraumes 9. Voraussetzung ist, daß in dem unterhalb des Schaltrings 3 befindlichen Ringraum 11 der gleiche Druck wie im Zylinderraum 7 herrscht (Wenn der unterhalb des Schaltrings 3 befindliche Ringraum 11 mit einem höheren Druck als der Zylinderraum 7 beaufschlagt ist, bei Aufbringen von Kräften im Rückhubmodus, so ist es immer erforderlich, den Ringraum 11 vom anstehenden Druck zu entlasten). Die Druckveränderung in dem vorher drucklosen oder mit vermindertem Druck beaufschlagten Funktionsraum 9 bewirkt eine Veränderung der Kräfteverhältnisse an Kolben 21 und Schaltring 3, wodurch die bisher kraftschlüssige Verbindung zwischen Kolben 21 und Schaltring 3 gelöst wird. Ein nicht dargestellter Eilgangzylinder löst den Kolben 21 vom Schaltring 3 und bewegt den Kolben 21 nach oben. Dieser Vorgang verläuft relativ sanft, da bei

Anliegen einer Kraft zwischen Kolben 21 und Zylinder 1 immer erst wieder Fluid in den Funktionsraum 9 über das Steuerventil 10 nachfließen muß bis zur völligen Rückbewegung des Schaltrings 3 in seine obere Ausgangsposition (wenn im Zylinderraum 7 noch Druck herrscht). Der zur Druckbeaufschlagung des Funktionsraumes 9 erforderliche Fluidstrom kann sowohl vom Fluidsystem als auch vom Zylinderraum 7 selbst entnommen werden.

Eine weitere Möglichkeit für das Entkuppeln besteht im Druckentlasten des unterhalb des Schaltrings 3 befindlichen Ringraums 11. Infolge dieser Druckentlastung wird der Schaltring 3 nicht mehr gegen den Kolben 21 gepreßt und durch die nun am Schaltring vorherrschende Kraftkomponente vom Druck des Zylinderraums 7 bewegt sich der Schaltring 3 nach unten und gibt die Verbindung zwischen dem Zylinderraum 7 und dem Funktionsraum 9 plötzlich frei. Durch den sich dabei am Schaltring öffnenden großen Strömungsquerschnitt zwischen dem Zylinderraum 7 und dem Funktionsraum 9 ist die Kupplungsfunktion sofort unterbrochen. Anwendung findet dieser Anwendungsfall beispielsweise bei Notabschaltungen oder bei Pressen, die eine möglichst kurze Verweilzeit im unteren Umkehrpunkt aufweisen sollen (Schmiedepressen). Zur Begrenzung des dabei aus dem Zylinderraum 7 abströmenden Fluids ist es zweckmäßig, daß sich durch das Anlegen des Schaltrings 3 in seiner Endlage am Zylinderboden 30 die Öffnung für das Ventil 12 zum Tank selbsttätig verschließt.

Ein Verklemmen des Schaltrings wird vermieden, indem zwischen dem Schaltring 3 und der am Schaltring anliegenden Fläche des Zylinderbodens 30 ein Spiel vorgesehen ist. Ein Verkanten innerhalb des durch den Haltering 4 eingeschränkten Hubbereichs des Schaltrings ist damit unschädlich und wird bei Anlegen des Schaltrings 3 an den Haltering 4 in seiner oberen Ausgangsstellung wieder aufgehoben.

Aufgrund des zwischen dem Zylinder 1 und Kolben 21 vorhandenen Zwischenraums ist die Innenform des Zylinders 1 prinzipiell von beliebiger Gestalt beispielsweise kann ein rechteckiger Querschnitt als Bestandteil des Gestells als Zylinderinnenraum Anwendung finden, weswegen man eigentlich von Gehäuse oder Kolbenraum sprechen könnte. Es soll jedoch der Begriff Zylinder weiter verwendet werden. Vorteilhaft kann der Zwischenraum zwischen Zylinder 1 und Kolben 21 beispielsweise genutzt werden, wenn aggressive Medien als Fluid eingesetzt werden. So ist es beispielsweise möglich, den Innenraum des Zylinders mit Kunststoff oder ähnlichen, korrosionsschützenden Materialien zu beschichten ohne auf eine Gleitbewegung des Kolbens Rücksicht nehmen zu müssen.

Fig. 2 gibt eine mögliche Ausbildung an, bei der sich der Schaltring 3 gegen einen als Anschlag 23 ausgebildeten Vorsprung am Zylinder 1 abstützt. Ein separater Haltering ist hier nicht erforderlich. Der Vorteil dieser Ausführung liegt in der Verminderung des Herstellungsaufwandes. Der Haltering ließe sich bei gleicher Ausbildung des Schaltrings 3 weiterhin auch vermeiden, wenn der Schaltring beispielsweise mit einer durch den Schaltring geführten und sich am Zylinderboden 30 abstützenden Bolzen- oder Schraubenkonstruktion in seiner oberen Lage begrenzt würde. Der Spalt 65 zwischen Schaltring 3 und Zylinderboden 30 ist so ausgebildet, daß in Höhe der Dichtung 6 ein für die Zuverlässigkeit der Dichtung 6 vertretbarer Spalt vorgesehen ist. Beiderseits der Dichtung 6 vergrößert sich der Spalt 65 in

axialer Richtung. Diese Ausführung bietet den Vorteil, daß während des Rückhubes des Schaltrings 3 mit Hilfe der Federn 5 ein relativ starkes Verkanten des Schaltrings 3 in Kauf genommen werden kann, ohne ein Verklemmen des Schaltrings 3 zu riskieren. Die Vergrößerung des Spaltes 65 kann sowohl durch eine konische als auch eine ballige Ausführung der entsprechenden Fläche am Zylinderboden 30 erzielt werden. Zur Vermeidung von Verklemmungen des Schaltrings 3 mit dem Zylinder 1 ist der Schaltring an seiner dem Zylinder zugewandten Mantelfläche ebenfalls ballig oder konisch ausgeführt. Diese Mantelfläche kann wieder zylindrisch ausgebildet werden, wenn der Spalt 64 ausreichend breit ausgeführt ist. Zur Verbesserung der Führung zwischen Schaltring 3 und Zylinderboden 30 können zusätzlich Kunststoffführungsringe oberhalb bzw. unterhalb des Dichtrings 6 vorgesehen werden. Bei entsprechender Auswahl des Dichtrings 6 kann jedoch auf zusätzliche Führungsringe verzichtet werden, da der Dichtring 6 keiner radialen Belastung ausgesetzt ist.

Bei einer passenden Dimensionierung des Spaltes 64 ist es möglich, den unterhalb des Schaltrings 3 gelegenen Raum 11 mit dem ausreichend dimensionierten Ventil 12 trotz des vorhandenen Spaltes 64 schnell vom herrschenden Druck zu entlasten und so bei Bedarf den Kupplungszustand zwischen Kolben und Zylinder in kürzester Zeit zu unterbrechen. Während des Arbeitshubes des Zylinders ist das Ventil 12 geschlossen und über den Spalt 64 wird die der Ringraum 11 mit dem Druck aus dem Zylinderraum 7 beaufschlagt und sorgt damit für das sichere Anlegen des Schaltrings 3 an den Kolben 21. In vorliegender Ausführung ist der Zylinder nicht in der Lage, im Rückhub Kräfte auszuüben. Er findet beispielsweise Anwendung beim Prägen. Durch Ersetzen des Spaltes 64 durch eine Dichtung sowie des 2/2-Wege-Ventils 12 durch ein 3/2-Wege-Ventil und die Beaufschlagung von Ringraum 11 sowie Funktionsraum 9 mit einem höheren Druck als er im Zylinderraum 7 anliegt ist es wieder möglich, im Rückhub analog zur Ausführung nach Fig. 1 Kräfte durch den Zylinder auszuüben.

Für die Rückbewegung des Schaltrings 3 sorgen die Federn 5. Bei Anschlagen des Schaltrings 3 an den Anschlag 23 ist die Rückbewegung des Schaltrings 3 beendet während der Kolben 21 durch die Eilgangzylinder (nicht dargestellt) in seine obere Ausgangslage gebracht wird.

Fig. 3 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführung, bei welcher die obere Kolbenstange 2 entfällt. Die Einrichtung wird damit insgesamt kompakter und gleichzeitig verringert sich der Fertigungsaufwand. In Verbindung mit der Feder 5 benötigt dieser Zylinder weiterhin keinen separaten Zylinder zur externen Aufprägung des Eilgangs, wodurch sich Anwendungsgebiete im Spannzylinderbereich ergeben. Bei Druckbeaufschlagung des Innenraumes des Zylinders 1 bewegt sich der Kolben 21 im Leerhub nach unten. Hierbei sind die Ventile 15 und 12 geschlossen. Bei Aufsetzen des Kolbens auf den Schaltring 3 öffnet das hier als Überdruckventil ausgelegte Steuerventil 15 des Funktionsraumes 9 infolge der weiteren Erhöhung des Druckes im Innenraum des Zylinders 1 über das Steuerventil 8. Der Kolben ist nun in der Lage, entsprechend der Druckdifferenz zwischen Funktionsraum 9 und Zylinderraum 7, große Kräfte auszuüben. Die Rückbewegung des Kolbens 2 in seinen oberen Ausgangsposition wird von der Feder 16 ausgeführt, während über das Ventil 8 Fluid aus dem Zylinderraum herausfließen kann. Alternativ zum Überdruck-



ventil 15 kann ein Druckabschaltventil eingesetzt werden und das Ventil 12 kann auch entfallen.

Fig. 4 zeigt eine Möglichkeit, den oberen Kupplungspunkt zwischen Kolben 21 und dem Schaltring 3 durch axiale Lageveränderung des Justierrings 67 zu verändern. Der Justierring 67 stützt sich über ein Ölpolster 66 am Haltering 4 ab und der Haltering 4 befindet sich innerhalb des Schaltrings 3. Das Ölpolster 66 kann während eines Einstellungsvorgangs durch das Regelventil 19 in seiner Höhe verändert werden. Durch Beaufschlagen des Ölpolsters 66 mit einem Druck, der höher als der Druck im Zylinderraum 7 ist, wird die Höhe des Ölpolsters 66 vergrößert. Der Kolben 21 befindet sich dabei außer Kontakt mit dem Schaltring 3. Damit können die Federn 5 auf den Schaltring 3 eine Kraft ausüben, so daß der Schaltring 3 in Kontakt mit dem Justierring 67 gehalten wird. Dies ist erforderlich, um ein Verkannten des Justierrings 67 während der Einstellung seiner axialen Lage zu unterbinden. Bei einer möglichen größeren Ausdehnung des Justierrings 67 in axialer Richtung ist es auch möglich, den Justierring 67 sicher am Zylinderboden 30 zu führen. Eine Vergrößerung des Ölpolsters 66 zwischen dem Haltering 4 und dem Justierring 67 bewirkt, daß der Kupplungspunkt zwischen Kolben 21 und Schaltring 3 nach unten verlegt wird. Umgekehrt kann durch Herstellen einer Verbindung zwischen dem Ölpolster 66 und dem Tank über das Regelventil 19 die Höhe des Ölpolsters 66 verringert werden. Damit wird der Kupplungspunkt zwischen Kolben 21 und Schaltring 3 nach oben verlegt. Der im Zylinderraum 7 stets herrschende Druck wirkt bei diesem Vorgang über die Bohrungen 32 auf den Justierring 67, der den hierfür erforderlichen Druck auf das Ölpolster 66 ausübt. Der Führungsring 37 verhindert ein Verkannten des Schaltrings 3. Gleichzeitig vermindert der Führungsring 37 die radiale Verformung des Schaltrings 3 wenn der Funktionsraum 9 druckentlastet ist.

Wird der Spalt zwischen dem Schaltring 3 und dem Zylinder 1 mit einer Dichtung verschlossen, so ist der Schaltring 3 wieder separat steuerbar. Damit ist es dann wieder möglich, durch Druckbeaufschlagung des Ringraums 11 und des Funktionsraums 9 im Rückhub des Kolbens höhere Kräfte aufzubringen.

Fig. 5 zeigt eine Ausbildung als Hydraulikzylinder bei Verwendung von mehreren konzentrisch angeordneten Schaltringen 3a, 3b, 3c zur bestmöglichen Ausnutzung der Federenergie, die im Fluid des Zylinders gespeichert ist.

Die Kraft-Weg-Kurve bei Arbeitsvorgängen verläuft meist ansteigend von einem Kleinstwert auf einen Größtwert. Beispielsweise steigen die Kräfte bei Zuhaltvorgängen an Kunststoffmaschinen oder bei Spann- und Prägevorgängen vom Wert Null auf einen bestimmten Maximalwert an. Es ist damit wünschenswert, die Energieabgabe des Zylinders entsprechend der Kennlinie des Arbeitsvorganges zu gestalten. Durch die konzentrische Anordnung der Schaltringe 3 und das von innen nach außen gestaffelte Ineingriffbringen der Schaltringe 3 beim Arbeitshub ist dies realisierbar. Durch unterschiedliche, von innen nach außen abnehmende Höhenlagen der Kopplungspunkte zwischen dem Kolben 21 und den Schaltringen 3a bis 3c steigt die Größe der wirksamen Fläche am Kolben 21 mit dem Ausfahren der unteren Kolbenstange 29 an. Die Größe der nacheinander durch die Schaltringe 3a bis 3c gebildeten, in ihrer Größe zunehmenden Wirkflächen am Kolben 21 ist dabei so abgestimmt, daß mit dem vorhandenen Druck die erforderlichen wegababhängigen Kräfte

gerade erreicht werden.

Die Funktion des aufgezeigten Zylinders ist folgende: Nach Ende des von außen aufgeprägten Eilgangs setzt der Kolben 21 zuerst auf den inneren Schaltring 3a auf. Die Sitzfläche der Schaltringe 3 mit dem Kolben 21 ist dabei schräg ausgebildet. Dies bietet den Vorteil, daß die von der Unterseite der Schaltringe 3 nach dem Kuppeln wirkende Kraftkomponente über die Schrägen eine nach außen gerichtete Kraftkomponente an den Schaltringen 3 bewirkt. Diese Kraftkomponente wirkt dem von außen angreifenden Druck entgegen und vermindert damit die radiale Verformung der Schaltringe. Gleichzeitig wird infolge des von den Schaltringen 3 und den Ausnehmungen 22 gedämpften Abströmens von Öl aus den Funktionsräumen 9 in den Zylinderraum ein sanftes Abbremsen des Kolbens 21 auf die Arbeitsgeschwindigkeit erreicht.

Die Druckentlastung der Funktionsräume 9 geschieht hier durch die Freigabe von Überströmquerschnitten zwischen den Schaltringen 3 und den Ringnuten 24 in den Halteringen 4. Dabei bewirken die außen angreifenden Eilgangszylinder (nicht dargestellt) in Verbindung mit der Bewegungsenergie des Kolbens und der mit ihm verbundenen Teile die Freigabe eines anfänglich kleinen Überströmquerschnitts. Durch die nachfolgende Druckverringerung in den Funktionsräumen 9 werden die Schaltringe 3 nach unten bewegt und es stehen ausreichende Querschnitte für das Anströmen des Öls zum Tank über das Ventile 28 zur Verfügung. Die Druckentlastung der Funktionsräume 9 geschieht damit selbsttätig und wegababhängig. Damit wird die Ansteuerung des Zylinders vereinfacht und gleichzeitig zuverlässiger. Die Druckentlastung des Funktionsraumes 9a verringert die an der Unterseite des Kolbens 21 wirksame Fläche und leitet damit den Arbeitshub ein, wobei entsprechend der hier insgesamt wirksamen Flächen zunächst nur kleinere Kräfte möglich sind. Wegen der in dieser Position kleinen wirksamen Fläche ist gleichzeitig die Entnahme der im Öl gespeicherten Federungsenergie noch relativ gering. Bei Aufsetzen des Kolbens 21 auf den Schaltring 3b vergrößert sich die wirksame Fläche in der gleichen Weise wie bei Aufsetzen auf den Schaltring 3a. Gegen Ende der Hubbewegung des Kolbens 21 setzt dieser auf den Schaltring 3c auf. In diesem Zustand ist die nahezu die gesamte Unterseite des Kolbens 21 druckentlastet und der Kolben 21 ist in der Lage, den letzten Abschnitt des Hubes mit maximaler Fläche und damit maximaler Kraft zu fahren. Gleichzeitig erreicht die Entnahme der im Öl gespeicherten Federenergie einen Maximalwert (bezogen auf den Kolbenweg).

Die Rückhubbewegung des Kolbens 21 kann wieder auf zweierlei Arten eingeleitet werden. Durch Umschaltung der Ventile 28 kann einerseits die Unterseite der Schaltringe 3 zum Tank entlastet werden. Die Oberseite der Schaltringe 21 ist währenddessen zum Teil noch mit dem Druck im Zylinder 1 beaufschlagt, wodurch die Kraft an der Oberseite der Schaltringe größer als an der Unterseite wird und die Schaltringe 3 sich vom Kolben 21 lösen. Das Lösen erfolgt dabei zuerst beim äußeren Schaltring. Die schräge Ausbildung der am Kolben 21 anliegenden Sitzflächen der Schaltringe 3 bewirkt hier, daß das Lösen ausreichend sanft abläuft. Die Zuleitungen der Ringnuten 24 in den Halteringen 4 werden dabei vom Ventil 28 zugehalten um abzusichern, daß über die Leitungen der Ringnuten 24 kein Öl zum Tank fließen kann was den Verlust der im Zylinder gespeicherten Energie zur Folge hätte. Nach ausreichendem Lösen der Schaltringe 3 vom Kolben 21 wird der Raum an der



Unterseite der Schaltringe 3 mit dem Zylinderraum verbunden. Der nicht dargestellte Eilgangzylinder der Preßmaschine bewegt den Kolben 21 nach oben und die Federn 5 heben die Schaltringe wieder in ihre Ausgangsposition.

Die alternative Möglichkeit der Einleitung des Rückhubes ist die Verbindung der Funktionsräume 9 mit dem Zylinderraum 7. Ein nicht dargestellter Eilgangkolben bewegt den Kolben 21 nach oben. Die Federn 5 bewegen die Schaltringe 3 in ihre obere Ausgangsposition. Die Ringräume 11 unter den Schaltringen 3 sind dabei so beschaltet, daß vom Zylinderraum 7 unter die Schaltringe 3 Öl einfließen kann. Weiterhin ist es prinzipiell auch möglich, die Einleitung des Rückhubes (ähnlich wie die Entlastung der Funktionsräume 9 bei Aufsetzen auf die Schaltringe 3) selbsttätig auszulösen, beispielsweise durch Betätigung von Ventilkolben bei Erreichen einer bestimmten unteren Kolben- oder Schaltringlage.

Um die Veränderung der während des Hubes am Kolben 21 wirksamen Flächen so gestalten zu können, daß die Kraft-Weg-Kurve des Arbeitshubes mit minimalen Energieverlusten nachgefahren werden kann, können bei Bedarf Schaltringe außer Eingriff gebracht werden. Dies ist beispielhaft mit dem Schaltring 3c erläutert (rechte Bildhälfte). Dazu wird der Ringraum 11c unter dem Schaltring 3c vom Ventil 28c druckentlastet zum Tank. Über den Ringspalt 25c kann weniger Öl vom Zylinderraum 7 nachfließen als über das Ventil 28 zum Tank abfließt, der Schaltring 3c bewegt sich nach unten. Der Absatz 31c am Schaltring 3c dichtet in der unteren Endlage des Schaltrings 3c den Ringspalt 25c gegen den Zylinderboden 30 ab und die Ringnut 26c ist druckentlastet zum Tank. Der an der Oberseite des Schaltrings 3 wirkende Druck hält diesen Zustand aufrecht bis das Ventil 28 wieder umgesteuert wird. Der äußere Schaltring kann beispielsweise dann außer Eingriff gebracht werden, wenn der Kraftbedarf im Arbeitshub geringer ist, als der Kolben 21 bei Normaldruck und größtmöglicher Wirkfläche erzeugen kann.

Fig. 6 stellt eine Variante dar, bei der die Eilgangbewegung durch Steuerung des Drucks im Eilgangraum 76 innerhalb des Zylinders 1 ausgeführt wird. Während der Eilab-Bewegung des Kolbens 21 wird der Eilgangraum 76 über das Ventil 8 mit dem Druck beaufschlagt, der ständig im Zylinderraum 7 herrscht. Die Fläche, die sich aus dem Durchmesser der unteren Kolbenstange 73b des Kolbenrohrs 73 ergibt wird mit einem Druck beaufschlagt, der abwärtsgerichtete Kräfte am Kolben 21 ergibt. Auf die Flächendifferenz, die sich aus dem Querschnitt von oberer Kolbenstange 73a des oberen Kolbenrohrs 73 und dem Querschnitt der unteren Kolbenstange ergibt, wirkt der Druck des Zylinderraums 7 und erzeugt eine nach oben gerichtete Kraftkomponente. Entsprechend der Auslegung der entsprechenden Durchmesser überwiegen bei Beaufschlagung des Eilgangraums mit Druck die nach unten gerichteten Kräfte auf den Kolben 21. Nach Aufsetzen des Kolbens 21a auf den Schaltring 3 wird durch Druckentlastung des Funktionsraums 9 mit dem Ventil 10 wieder der Arbeitshub eingeleitet. Der Rückhub des Kolbens 21 kann auf zweierlei Weise eingeleitet werden.

Zum Einen wird der Rückhub durch Beaufschlagung des Funktionsraums 9 mit dem Ventil 10 eingeleitet. Der unterhalb des Schaltrings 3 befindliche Ringraum 11 darf dabei maximal mit dem Druck des Zylinderraums 7 beaufschlagt sein. Gleichzeitig wird der Eilgangraum 76 über das Ventil 8 mit dem Tank verbunden. Damit überwiegen am Kolben 21 die Kraftkomponenten, die nach

oben gerichtet sind. Der Übergang in den Rückhubmodus kann zusätzlich beschleunigt werden, wenn mit dem Ventil 12 der unterhalb des Schaltrings 3 befindliche Ringraum 11 mit dem Ventil 12 zum Tank druckentlastet wird. Dadurch löst sich der Schaltring 3 in kürzester Zeit vom Kolben 21 und gibt schnell einen großen Überströmquerschnitt zwischen Funktionsraum 9 und Zylinderraum 7 frei. Dieser Modus ist sinnvoll, wenn mit dem Zylinder hohe Hubzahlen erreicht werden sollen. Während des gesamten Vorgangs liefert eine nicht dargestellte Pumpe über die Leitung 39 ständig Fluidvolumen in den Zylinderraum 7. Insbesondere bei hochkompressibler Luft (Pneumatik) dient der Zylinderraum 7 damit gleichzeitig als Druckspeicher. Aber auch bei Öl als Druckfluid ist noch eine erhebliche Druckspeicherwirkung im Zylinderraum 7 vorhanden. Die Druckspeicherwirkung kann bei Bedarf dadurch unterstützt werden, daß die Länge des Zylinderraums 7 wesentlich größer als der eigentliche Kolbenhub ist. Desweiteren ist es prinzipiell denkbar, daß die Pumpe beim Ansaugen stets etwas Luft mit ansaugt, so daß Hydrauliköl mit Luft angereichert wird. Auf diese Weise wird das Energiespeichervermögen des Hydrauliköls zusätzlich erhöht. Damit kann der Antrieb des Zylinders insgesamt recht preisgünstig sowie energiesparend konzipiert werden. In Verbindung mit dem geringen Fluidverbrauch für den Eilgang können bei gegebener Antriebsleistung mit dem aufgezeigten Zylinder relativ hohe Hubzahlen erreicht werden, ohne daß eine schlecht beherrschtere Fluiderwärmung im System auftritt. Zur Erzielung größter Hubzahlen ist es möglich, die Steuerventile des Zylinders durch eine mechanische Zwangssteuerung zu schalten.

Fig. 7 zeigt eine Ausführung als hydraulischer Arbeitszylinder die es gestattet, einen größeren Arbeitshub ohne Energiezufuhr von der Pumpe auszuführen bzw. die Energie zum Zylinder kontinuierlich, unabhängig vom jeweiligen Arbeitszustand des Zylinders zuzuführen. Vorteilhaft ist dies, wenn größere Arbeitshübe verfahrensbedingt möglichst schnell ausgeführt werden sollen. Die schnelle Ausführung größerer Arbeitshübe ist verfahrensbedingt beispielsweise bei Schmiedepressen erwünscht, damit die Wärmeübergangszeit zwischen dem heißen Schmiedeteil und dem Schmiedewerkzeug möglichst kurz gehalten wird. Unabhängig vom jeweiligen Zweck der Zylinderbewegung ist es aus wirtschaftlichen Gründen immer wünschenswert, einen Arbeitsvorgang möglichst schnell auszuführen. Die kontinuierliche Energiezufuhr zum Arbeitszylinder bietet den Vorteil, daß der Aufwand für den Maschinenantrieb minimal gehalten wird. Die Energie wird bei der aufgezeigten Variante mittels eines Kolbenspeichers direkt im Zylinder gehalten (zusätzlich zur nicht geringen, hier im Öl gespeicherten Kompressionsenergie). Dazu befindet sich im oberen Teil des Zylinders der Speicherkolben 45, der vom Außenring 42 und vom Innenring 43 gegen den Zylinderraum 7 abgegrenzt ist. Der Außenring 42 weist oben einen Flansch auf, mit dem er im Zylinder 1 eingelassen ist. Unten weist der Außenring 42 einen Bund auf, der den Maximalhub des Speicherkolbens 45 begrenzt. Über die Bohrung 32 und das Gasventil 44 ist der gasgefüllte Speicherraum 47 mit einem externen Gasspeicher zu verbinden. Für die Beaufschlagung des Speicherraumes 47 mit Gasdruck kommen dabei zwei Möglichkeiten in Frage. Die Verbindung des Speicherraums 47 mit einem Gasspeicher kann einmal zum Zwecke der Befüllung des Speicherraums 47 mit dem gewünschten Gasdruck erfolgen. Während der Zy-

linder seine Arbeitshöhe ausführt, ist die Verbindung mit dem Gasventil 44 dann unterbrochen. Die Kennlinie des Speichers wird wegen des begrenzten Gasvolumens bei dieser Möglichkeit relativ steil. Dies hat den Vorteil, daß auch bei relativ großen Druckschwankungen im Zylinder der Speicher jederzeit wirksam ist.

Die andere Möglichkeit der Druckbeaufschlagung des Speicherraums 47 mit Gasdruck ist die permanente Verbindung des Speicherraums 47 über das Gasventil 44 mit einem externen Gasspeicher. Vorteilhaft ist dabei die relativ flache Speicherkennlinie, die auch bei großen Arbeitshöhen des Kolbens 21 für einen weitgehend konstanten Druck im Zylinderraum 7 und damit für ein hohes Arbeitsvermögen des Zylinders sorgt. Eine weitere einfache Möglichkeit ist das direkte Anbringen von Speichern auf dem Zylinder. Eine andere Möglichkeit anstelle der Kraftausübung durch ein Gas auf den Kolben 44 stellt der Einsatz von Federn, beispielsweise von Tellerfedern dar.

Die im Zylinder gespeicherte Energie wird mit den konzentrisch gestuften Schaltringen optimal ausgenutzt. Zu Beginn des Umformvorgangs, bei dem in der Regel kleinere Kräfte erforderlich sind (Biegen, Stufenwerkzeuge), kommt der innere Schaltring zum Eingriff. Am Ende des Umformvorgangs (Prägen in der Endphase bei Stufenwerkzeugen) kommen alle Schaltringe zum Einsatz und der Zylinder ist in der Lage, maximale Kräfte auszuüben. Die Führungsringe 37 verhindern ein Verkanten der Schaltringe während ihres Rückhubes. Die Verbindungsnuten 40 gewährleisten in Verbindung mit den Bohrungen 32, daß eine definierte Ausbildung der druckbeaufschlagten Flächen am Kolben 21 erfolgen kann.

Fig. 8 gibt eine Lösung an, die es gestattet, im Arbeitshub, d. h. nach verkuppeln von Kolben 21 und Schaltring 3, große Hübe zu fahren. Der Schaltring 3 weist dazu eine ausreichende Länge auf. Die sich an der unteren Kolbenstange 21 abstützenden Führungsringe 37 stellen sicher, daß bei den größeren Hüben kein Verkanten des Schaltrings 3 eintreten kann. Die Bohrungen 32 gewährleisten die ungehinderte Ausbreitung des Drucks unter den Kolben 21.

Die Ringnut 26 im Schaltring 3 hat die Aufgabe, daß der Funktionsraum 9 bei Bedarf mit einem höheren Druck als den Zylinderraumdruck beaufschlagt werden kann, ohne daß ein Lösen des Schaltrings 3 vom Kolben 21 erfolgt. Dies ist erforderlich, wenn die untere Kolbenstange 21 nicht nur während des Ausfahrens hohe Kräfte aufbringen muß sondern auch während des Einfahrens. Der Schaltring 3 weist dazu an seiner Oberseite eine Ringnut 26 auf, die mit einem Schaltventil 28 angesteuert wird. Vor der Beaufschlagung des Funktionsraumes 9 mit einem Druck der höher ist als der Druck im Zylinderraum ist, wird die Ringnut 26 über das Schaltventil 28 druckentlastet zum Tank. Die wirksame druckbeaufschlagte Fläche unterhalb des Schaltrings 3 ist damit wesentlich größer als die Ringfläche, die sich zwischen der Ringnut 26 und dem Funktionsraum 9 befindet und die vom hohen Druck des Funktionsraumes 9 über den sich ausbildenden Dichtspalt teilweise beaufschlagt wird.

Entsprechend der wirksamen Flächenverhältnisse kann der mögliche Druck im Funktionsraum 9 wesentlich höher sein als der Druck im Zylinderraum, ohne daß sich der Schaltring 3 vom Kolben 21 lösen wird. Die aufgezeigte Variante bietet zudem den Vorteil, daß das Lösen des Schaltrings 3 vom Kolben 21 mit Druckbeaufschlagung der Ringnut 26 jederzeit elektronisch initi-

iert werden kann.

Die Federn 5 sorgen wieder für die Rückbewegung des Schaltrings 3 in seine Ausgangslage. Eine Veränderung der Hublage des Schaltrings 3 ist bei der hier dargestellten Variante nicht möglich. Prinzipiell können jedoch bekannte, zusätzliche Elemente wie Stellzylinder und Wegmeßsysteme in die dargestellte Variante integriert werden, so daß eine Einstellung der Hublage und damit die Einstellung des Weges für den Beginn des Arbeitshubes möglich wird.

Fig. 9 gibt eine Lösung an, die in Frage kommt, wenn von der unteren Kolbenstange 29 nur kurze Hübe gefahren werden sollen, diese jedoch in unterschiedlichen Höhenpositionen erfolgen müssen. Hierzu sind der Schaltring 3 und der Haltering 4 nicht mehr auf dem Zylinderboden 30 sondern auf einem separaten verstellbaren Zusatzkolben 38 aufgesetzt. Die Höhenjustierung des Kolbens 38 erfolgt hier durch das Regelventil 19. Durch Ablassen von Öl zum Tank bzw. das Hineindrücken von Öl über die Druckleitung 29 in die Zylinderräume 7a und 7b wird die Höhenlage des Kolbens 38 verändert. Die Erfassung der Höhenlage des Kolbens 38 erfolgt hier in einfacher Weise über ein Wegmeßsystem 20, das die Lage der oberen Kolbenstange in Bezug zum Zylinder 1 erfaßt. Dazu ist es erforderlich, den Kolben 21 mit dem Schaltring 3 mit Hilfe des Ventils 10 zu verkuppeln. Zur reproduzierbaren Lagedefinition zwischen Kolben 21 und verstellbarem Zusatzkolben 38 darf währenddessen an den Kolbenstangen keine Last angreifen. Durch Entlastung des Funktionsraums 9 setzt der Kolben 21 beim Justiervorgang definiert auf den verstellbaren Zusatzkolben 38 auf. Selbstverständlich ist es jedoch auch möglich, am verstellbaren Zusatzkolben 38 selbst ein separates Wegmeßsystem anzubringen, wodurch der Justiervorgang vereinfacht wird.

Fig. 10 zeigt eine Variante, deren konstruktive Ausführung einen Überlastzylinder darstellt. Eine derartige Einrichtung kann dem Schutz mechanisch bewegter Teile dienen, beispielsweise in Preßmaschinen. Der Kraftangriff erfolgt hier an der oberen Kolbenstange 2, beispielsweise vom Pleuel einer Preßmaschine mit Kurbelantrieb. Der Zylinder leitet die Kraft innerhalb der Preßmaschine weiter. Bei Überlastung der Preßmaschine ist es Aufgabe des Kolbens, sich innerhalb kürzester Zeit innerhalb des Zylinders zu verschieben, um so eine Maschinenüberlastung sicher zu verhindern.

In der gezeichneten Stellung ist der Funktionsraum 9 über das Steuerventil 10 zum Tank druckentlastet. Der Schaltring 3 sorgt für die Abdichtung zwischen dem Zylinderraum 7 und dem Funktionsraum 9. Der an der Unterseite des Kolbens 21 angreifende Druck sorgt für eine sichere Anlage des Kolbens 21 an den Zylinder 1 und der Kolben 21 ist so in der Lage, die an der oberen Kolbenstange 2 angreifende Kraft in den Zylinder zu leiten. Übersteigt die an der oberen Kolbenstange 2 angreifende Kraft  $F$  den durch die wirksame Kolbenfläche und dem herrschenden Zylinderdruck vorgegebenen Wert, so bewegt sich der Kolben 21 nach unten, weg von seinem Sitz am Zylinder 1. Infolge dieser Bewegung bewegt sich der Schaltring 3, der mit dem Kolben 21 über die am Schaltring wirksamen druckbeaufschlagten Flächen verkuppelt ist, mit dem Kolben 21 zunächst gemeinsam nach unten. Dabei fließt Öl vom Zylinderraum 7 in den oberhalb des Schaltrings 3 liegenden Ringraum 11 nach. Bei ausreichend schnellem Lösen des Kolbens 21 vom Zylinder 1 findet dabei ein Druckabfall bei Einströmen von Öl über den Ringspalt 25 in den Ringraum 11 statt.

Dadurch wird die Oberseite des Schaltrings 3 druckentlastet. Der an der Unterseite des Schaltrings 3 weiterhin herrschende Druck löst den Schaltring 3 vom Kolben 21.

Jetzt kann Öl in größeren Mengen über den zwischen Schaltring 3 und Kolben 21 entstandenen Spalt in den Funktionsraum 9 einströmen. Damit wird der Schaltring 3 endgültig vom Kolben 21 abgekuppelt. Über den sich bildenden großen Querschnitt zwischen Schaltring 3 und Kolben 21 kann nun Öl in großen Mengen in den Funktionsraum 9 fließen und die Kraftübertragung zwischen Kolben und Zylinder ist unterbrochen, eine Zerstörung nachgeschalteter mechanischer Bauteile durch zu große Kräfte ist verhindert. Nachteilig bei dieser Art der Unterbrechung des Kraftflusses ist hier die Abhängigkeit des Schaltvorganges von der Geschwindigkeit des LöSENS des Kolbens 21 vom Zylinder 1 und damit vom Betrag der an der oberen Kolbenstange 2 angreifenden Kraft. Über eine Begrenzung des Hubes des Schaltrings 3 durch den Haltering 4 ist es jedoch auch bei langsam verlaufenden Kraftänderungen möglich, für eine sichere Unterbrechung des Kraftflusses bei Überlastung zu sorgen. Beträgt der durch den Haltering 4 begrenzte Hub des Schaltrings 3 nur Bruchteile eines Millimeters, so findet spätestens nach Anschlagen des Schaltrings an den Haltering 4 ein LöSEN des Schaltrings 3 vom sich weiter bewegenden Kolben 21 statt und eine Überlastung ist sicher vermieden.

Eine andere Lösung stellt die Unterbrechung des Kraftflusses zwischen Kolben 21 und Zylinder 1 mit Hilfe des Steuerventils 12 dar. In der gezeichneten Stellung ist das Ventil 12 geschlossen und der Ringraum 11 ist über den Ringspalt 25 mit dem Zylinderraum 7 verbunden. Der Druck des Zylinderraumes 7 sorgt für ein sicheres Anlegen des Schaltrings 3 am Kolben 21 und damit für eine exakte Definition der wirksamen druckbeaufschlagten Flächen am Kolben 21. Überschreitet die an der oberen Kolbenstange 2 angreifende Kraft einen zulässigen Maximalwert, so wird das Steuerventil 12 geschaltet. Dadurch wird der Ringraum 11 mit dem Tank verbunden und die Oberseite des Schaltrings 3 druckentlastet. Die infolgedessen eintretende Gleichgewichtsänderung am Schaltring 3 sorgt für dessen Bewegung nach oben, wodurch ein Spalt zum Überströmen von Öl zwischen Zylinderraum 7 und Funktionsraum 9 freigegeben wird. Der Kraftfluß zwischen Kolben 21 und Zylinder 1 ist damit ebenfalls unterbrochen. Die Messung der Kraft erfolgt mit bekannten Systemen und wird nicht näher erläutert. Der wesentliche Vorteil der aufgezeigten Einrichtung besteht darin, daß das Fluid bei einer durch Maschinenüberlastung hervorgerufenen Bewegung des Kolbens 21 innerhalb des Zylinders verbleibt und zudem die Kolbenbewegung nicht behindert. Dadurch werden kürzeste Zeiten für Notabschaltungen ermöglicht. Bei einem reichlich dimensionierten Ventil 10 kann die untere Kolbenstange 29 auch entfallen, da das beim Eindringen der oberen Kolbenstange 2 in den Zylinderraum verdrängte Öl dann über das Ventil 10 zum Tank abfließen kann.

Fig. 11 gibt eine weitere Lösung an, mit welcher es möglich ist, lange Arbeitswege zu realisieren und gleichzeitig den Arbeitshub des Kolbens 21 in beliebiger Position einzuleiten. Der Schaltring 3 ist hier um den Kolben 21 herum angeordnet und ist unabhängig von der Bewegung des Kolbens 21 im Zylinder 1 verschieblich. Im Leerhub des Kolbens 21 wird der Schaltring 3 durch Beaufschlagung des Zylinderraums 17 mit Druck in seiner oberen Position gehalten. Die Tellerfedern 41 sind

dabei gespannt und definieren die Endlage des Schaltrings, so daß separate Halteringe oder andere Anschläge nicht erforderlich sind. Das Fluid kann zwischen den oberhalb und unterhalb des Kolbens 21 befindlichen Räumen über den zwischen dem Schaltring 3 und dem Zylinder 1 gebildeten Raum praktisch ohne Strömungswiderstand umfließen.

Die Ausbildung des Funktionsraums 9 erfolgt hier durch die Verschiebung des Schaltrings 3, die unabhängig von der Bewegung des Kolbens 21 extern steuerbar ist. Dabei wird der externe Zylinderraum 17 zum Tank druckentlastet und die Tellerfedern 41 bewegen den Schaltring in Richtung Zylinderboden 30. Bei Aufsetzen des Schaltrings 3 auf den Zylinderboden bildet sich wiederum der zum Zylinderraum 7 abgedichtete Funktionsraum 9 aus und über die Beaufschlagung von Zylinderraum 7 und Funktionsraum 9 mit verschiedenen Drücken kann der Zylinder nun Arbeitshübe ausführen. Die Drucksteuerung im Zylinderraum 17 mittels des Regelventils 19 erlaubt die feinfühligste Umsteuerung zwischen Eilgang und Arbeitsgang.

Vorteilhaft an der Lösung mit einem extern steuerbarem Schaltring ist, daß die Umschaltung von Eilgang in Arbeitsgang am Zylinder an beliebiger Stelle erfolgen kann.

Nachteilig ist, daß der Schaltring 3 hier einer aufwendigen Innenbearbeitung unterzogen werden muß.

Fig. 12 gibt eine Lösung an, bei welcher der Schaltring 3 den Kolben 21 umgebend angeordnet ist. Die Federn 5 und der Haltering 4 halten im Leerhub den Schaltring 3 in der dargestellten Lage. Nach Aufsetzen des Schaltrings 3 auf den Zylinderboden 30 stellt das Ventil 10 eine Verbindung zwischen der Ringnuten 33a und 33b im Zylinderboden 30 und dem Tank her, wodurch wiederum ein druckdichtes Anlegen des Schaltrings 3 an den Zylinderboden 30 erreicht wird. Die Ringnuten 33a und 33b sind über Verbindungsnuten 40 miteinander verbunden. Über die Bohrungen 32b breitet sich die Druckverringerung in den Zylinderraum 7 aus und der Kolben ist damit in der Lage, einen Arbeitshub auszuführen.

Wird auf die Bohrung 32b verzichtet und die Ringnut 33a gleichzeitig von einem separaten Ventil angesteuert, so wird es möglich, durch Beaufschlagung des Funktionsraums 9 mit einem höheren Druck als er im Zylinderraum 7 herrscht zu Beginn des Rückhubs des Zylinders Kräfte zu erzeugen, beispielsweise für das LöSEN eines Werkstücks aus seinen Formhälften.

Fig. 13 zeigt eine Ausbildung, bei der Kolben 21 bei Annäherung an den Zylinderboden 30 zunächst in den Innenraum des inneren Schaltrings 3b eintaucht und dann von diesem umschlossen wird (erste Arbeitsphase, kleinere Kräfte). In der zweiten Arbeitsphase setzt der Kolben 21 auf den äußeren Schaltring 3a auf und erzeugt über die größere Wirkfläche des Funktionsraums 9a eine hohe Endkraft. Vorteilhaft einsetzbar ist eine derartige Zylinderanordnung beispielsweise bei mehrstufigen Umformoperationen, bei denen in der Endlage bestimmte Prägevorgänge mit hohen Endkräften ausgeführt werden.

Der Schaltring 3b dichtet dabei den Zylinderraum 7 vom Funktionsraum 9b über den sich zwischen der inneren Mantelfläche des Schaltrings 3b und der inneren Mantelfläche des Kolbens 21 ausbildenden Dichtspalt 57 ab. Ein definierter, auf minimalen Verschleiß des dichtenden Schaltrings 3b ausgerichteter Anpreßdruck zwischen dem Schaltring 3b und dem Kolben 21 wird hier mittels des Überdruckventils 61 realisiert. Wäre der

Ringraum 60, dessen Druck auf die äußere Mantelfläche 58 des Schaltrings 3b wirkt, direkt mit dem Zylinder-  
raum 7 verbunden, so würde der Anpreßdruck zwischen  
Schaltring 3b und Kolben 21 mit abnehmendem Druck  
im Funktionsraum 9b und der damit zunehmenden  
Druckdifferenz zwischen Zylinderraum 7 und Funk-  
tionsraum 9b ansteigen, eine übermäßige Erhöhung der  
Reibung wäre die Folge. Bei Abfall des Druckes im  
Funktionsraum 9b infolge der Druckentlastung mit dem  
Ventil 10b während der ersten Phase des Arbeitshubs  
steigt die Druckdifferenz zwischen dem Ringraum 60  
und dem Funktionsraum 9b zunächst an und sorgt über  
eine Verringerung des Dichtspalts 57 für eine ausrei-  
chende Dichtwirkung. Bei Anstieg der Druckdifferenz  
über den an der Regelfeder 62 eingestellten Wert läßt  
das Überdruckventil 61 Druck aus dem Ringraum 60 in  
den Funktionsraum 9b ab. Ein übermäßiges Anpressen  
des Schaltrings 3b an den Kolben 21 wird auf diese  
Weise sicher unterbunden. Ein zusätzlicher Vorteil be-  
steht darin, daß bei Verschleiß, der sich im Laufe der  
Zeit an der inneren Mantelfläche des Schaltrings 3b  
oder an der äußeren Mantelfläche des Kolbens 21 aus-  
bilden kann, durch Nachstellen der Regelfeder 62 ein  
höherer Anpreßdruck an die äußere Mantelfläche 58  
des Schaltrings 3 eingestellt werden kann, wodurch der  
Verschleiß durch eine stärkere elastische Verformung  
des Schaltrings 3b kompensiert wird. Der Haltering 4b  
sorgt für eine definierte axiale Lage des Schaltrings 3b.

In der zweiten Arbeitsphase setzt der Kolben 21 auf  
den außen sitzenden, zweiten Schaltring 3a auf, der den  
Funktionsraum 9a ausbildet. Über die Wirkfläche der  
Funktionsräume 3a und 3b ist der Kolben 21 nun in der  
Lage bei Druckentlastung der Funktionsräume 9a und  
9b mit den Ventilen 10a und 10b eine hohe Endkraft  
aufzubringen, beispielsweise um kurzhubige Prägevör-  
gänge mit hohen Endkräften auszuführen.

Fig. 14 zeigt eine Variante auf, bei welcher der Schalt-  
ring die Abgrenzung zwischen Zylinderraum 7 und  
Funktionsraum 9 nicht durch axiale Verschiebung son-  
dern durch radiale, vom Druckunterschied zwischen Zy-  
linderraum 7 und Funktionsraum 9 gesteuerte, Verform-  
ung realisiert.

Dazu ist der Schaltring 3 so ausgelegt, daß er bei  
Druckentlastung des Funktionsraums 9 so verformt  
wird, daß er sich an den Kolben 21 anlegt und dabei über  
die Ausbildung des Dichtspaltes 57 eine hinreichende  
Dichtwirkung erzeugt. Dabei greift der Druck aus dem  
Zylinderraum 7 an der äußeren Mantelfläche 58 des  
Schaltrings 3 an und verformt diesen in radialer Rich-  
tung zum Kolben 21 hin. Zur Verbesserung des Verfor-  
mungsverhaltens des Schaltrings 3 weist dieser eine  
ringnutförmige Einkerbung 59 auf. Über die Dimensio-  
nierung des Dichtspalts 57 ist es möglich, den Reibver-  
schleiß zwischen Schaltring 3 und Kolben 21 auf ein  
Minimum zu beschränken. Während des elastischen An-  
liegens des Schaltrings 3 an den Kolben 21 ist bei Ver-  
wendung von Öl als Fluid stets ein minimaler Ölfilm  
vorhanden.

Wird hingegen für den Rückhub der Funktionsraum 9  
wieder mit Öldruck beaufschlagt, so federt der Schalt-  
ring 3 infolge des veränderten Kräftegleichgewichts ra-  
dial nach außen zurück und gibt wieder einen ausrei-  
chenden Spalt für die reibungsarme bzw. reibungsfreie  
Rückbewegung des Kolbens 21 frei. Bei Verwendung  
von Druckluft als Fluid ist der Verschleiß hingegen we-  
gen der geringeren Drücke ohnehin gering.

Fig. 15 gibt eine erfindungsgemäße Ausbildung des  
Zylinders an, die insbesondere für pneumatisch betätig-

te Spannzylinder geeignet ist. Der Schaltring 3 ist wegen  
der relativ geringen Drücke bis zu 10 Bar als elastisch  
verformbarer Rohrstutzen ausgebildet, der im Zylinder-  
boden 30 fest eingesetzt ist. Der Haltering 4 ist leicht  
konisch ausgebildet, so daß bei verschrauben des Hal-  
terings 4 mit dem Zylinderboden 30 der rohrartige Schalt-  
ring 3 kraftschlüssig mit dem Zylinderboden verbunden  
wird. Andere Fügeverbindungen, wie beispielsweise  
Kleben, sind möglich. Der Schaltring 3 ist dabei so aus-  
geformt, daß bei Eintauchen des Kolbens 21 in den fest-  
stehenden Schaltring zunächst die am Schaltring 3 ange-  
formte Einlaufrundung zum Eingriff gelangt. Dieser Ein-  
tauchvorgang bewirkt eine Dämpfung der Eilgangbe-  
wegung des Kolbens 21. Je nach erforderlicher Dämp-  
fung können der Kolben 21 und der Schaltring 3 mit  
ausreichend groß ausgebildeten Einlaufschrägen ausge-  
bildet sein. Bei weiterem Eintauchen des Kolbens 21 in  
den Schaltring 3 legt sich der Schaltring durch seine  
elastische Verformung mit geringem Druck an die Man-  
telfläche des Kolbens 21 an. Die endgültige Ausbildung  
des Funktionsraumes 9 wird dann vollzogen, wenn der  
noch nicht abgedichtete Funktionsraum 9 über das Ven-  
til 10 druckentlastet wird. Infolge des dann an der Au-  
ßenseite des elastischen Schaltrings 3 ständig herrschen-  
den Systemdrucks wird der Schaltring dichtend gegen  
die Mantelfläche des Kolbens 21 gedrückt. Der Kolben  
21 ist damit in der Lage, eine Spannkraft entsprechend  
der Flächen- und Druckverhältnisse am Kolben 21 aus-  
zuüben. Die erforderliche Information, daß der Kolben  
sich ausreichend an den Zylinderboden angenähert hat,  
erhält die Ansteuerung des Zylinders vom Näherungsini-  
tiator 69. Anstelle des elektrisch gesteuerten Ventils 10  
sind auch Ventile einsetzbar, die bei Annäherung des  
Kolbens 21 an den Zylinderboden 30 mechanisch betä-  
tigt werden und oder durch die Druckänderung inner-  
halb der unteren Kolbenstange gesteuert werden. Auch  
sind zeitliche Folgesteuern der Ventile möglich.  
Für den Rückhub des Kolbens 21 werden die Ventile 10  
und 8 geschaltet.

Das Ventil 10 stellt über die Leitung 39 eine Verbin-  
dung zwischen dem Funktionsraum 9 und dem System-  
druck her. Damit verbleiben als Kraftkomponenten  
noch die Kraft der Feder 16, die von außen an der Kol-  
benstange angreifende Kraft sowie die auf die Fläche  
der rohrförmigen unteren Kolbenstange 29 wirkende  
Druckkraft, die an der Oberseite des Kolben 21 wirksam  
wird. Die Feder 16 ist so ausgelegt, daß ihre Kraft grö-  
ßer ist, als die Druckkraft auf die untere Kolbenstange  
29 zuzüglich der an der Kolbenstange angreifenden  
Kräfte, beispielsweise einer Gewichtskraft. Das Ventil 8  
entlastet zusätzlich den Innenraum der unteren Kolben-  
stange 29. Damit kann die Feder den Kolben 21 in seine  
obere Ausgangslage zurückbewegen. Wegen der erfor-  
derlichen Abstimmung der Kraftkomponenten aufein-  
ander (der Druck im Zylinderraum muß innerhalb eines  
bestimmten Bereichs liegen), sorgt das Druckminder-  
ventil 77 ständig für einen definierten Druck im Zylin-  
derraum 7. Bei Erreichen der oberen Endlage des Kol-  
bens 21 sorgt der Dämpfungsbund 70 dafür, daß der  
Kolben 21 sich sanft an den Kolbendeckel 63 anlegt. Zur  
Einleitung des Spannhubes beaufschlagt das Ventil 8  
über die Bohrung im Kolbenrohr 73 den Innenraum der  
unteren Kolbenstange mit dem Druck des Pneumatiksys-  
tems. Die damit auf den Stopfen 72 wirkende Kraft ist  
nun gemeinsam mit der Kraft, die vom Druck im Zylin-  
derraum 7 auf die Rohrfläche der unteren Kolbenstange  
29 ausgeübt wird, in der Lage, den Kolben in Richtung  
Schaltring 3 zu schieben. Durch Druckentlasten des ent-

stehenden Funktionsraums 9, der bei Eintauchen des Kolbens 21 in den rohrartigen Schaltring 3 gebildet wird, kann der Zylinder wieder sein Spannkraft ausüben. Der wesentliche Vorteil dieser gezeigten Ausbildungsvariante besteht in einer erheblichen Verminderung der Verbrauchs an Druckluft bei Verwendung eines rein pneumatisch betriebenen Zylinders. Bei bekannten Pneumatikzylindern muß der gesamte Zylinderraum stets mit dem vollen Volumen an Druckluft gefüllt werden, um die gewünschte Kraft zu erzielen. Zum Abbau der Kraft muß wieder das gesamte unter Druck stehende Luftvolumen den Zylinder verlassen. Über den veränderlichen Druck und das abströmende Luftvolumen summieren sich auf diese Weise erhebliche Energieverluste auf. Beim aufgezeigten Zylinder wird lediglich der relativ kleine Innenraum der Kolbenstange 29 bei jedem Hub mit Druck beaufschlagt und wieder vom Druck entlastet. Als Verlustvolumen kommt noch das Volumen, das aus dem Funktionsraum 9 während des Spannungsvorgangs austretende Volumen hinzu. Insgesamt machen diese Volumina jedoch nur einen Bruchteil des Volumens aus, das für eine vollständige Zylinderbefüllung erforderlich ist, woraus eine entsprechende Energieeinsparung resultiert. Gleichzeitig mit der Einsparung von Druckluft vermindern sich auch die umgewälzten Luftmengen. Die bei großen Pneumatikzylindern auftretende Geräuschentwicklung, das sehr störende Zischen, wird damit gleichzeitig erheblich eingeschränkt. Eine weitere Möglichkeit zum Betreiben des Zylinders besteht darin, die untere Kolbenstange und damit den Eilgang hydraulisch zu realisieren, während der Zylinderraum 7 mit Druckluft beaufschlagt wird. Das umwälzende Ölvolumen zur Beaufschlagung des Innenraums der Kolbenstange 29 mit Druck kann dabei sehr klein gehalten werden, so daß keinerlei Erwärmungsprobleme des Fluids auftreten können und der Energieverbrauch gering gehalten wird.

Da der Verbrauch an Druckluft für die Steuerung des Zylinderraums 7 und den Funktionsraums 9 sehr gering ist, lassen sich auf diese Weise sehr schnelle und dabei energiesparende Antriebe realisieren. Für die schnelle Ausführung des Rückhubes ist dabei durch ausreichend kräftig ausgebildete Federn 16 zu sorgen. Um höhere Rückhubkräfte aufzubringen, kann der Kolben in der Endphase zusätzlich auf Tellerfedern 41 aufsetzen.

Fig. 16 zeigt eine Ausführung, die bis auf den Schaltring 3 der Ausführung nach Fig. 15 entspricht. Im Unterschied zu Fig. 15 ist der Schaltring 3 hier als Metallbalg ausgeführt. Der Schaltring 3 wird vom Haltering 4 am Zylinderboden 30 befestigt. Bei Annäherung des Kolbens 21 an den Schaltring 3 taucht zunächst der Konus 74 in den als Metallbalg ausgeführten Schaltring 3 ein. Der Konus 75 zentriert dabei den elastisch verformbaren Schaltring. Durch Abströmen von Fluid aus dem Funktionsraum 9 ist zusätzlich eine Dämpfungswirkung erzielbar. Durch den Druck, der in der unteren Kolbenstange (Eilvorschub) ansteht, wird der Kolben 21 mit geringer Kraft auf den Schaltring 3 gedrückt. Wird jetzt der Funktionsraum 9 mit dem Ventil 10 druckentlastet, so legt sich die Kontaktfläche 75 des Schaltrings 3 infolge des vom Zylinderraum 7 her wirkenden Drucks an den Kolben 21 an und der Funktionsraum 9 ist gegen den Zylinderraum 7 sicher abgedichtet. Vorteilhaft ist bei dieser Ausführung neben dem geringen Aufwand zur Fertigung des als Metallbalg ausgeführten Schaltrings 3, daß die Kolbenreibung minimal gehalten ist, da nur die Dichtungen der Kolbenstangen Reibungskräfte erzeugen. Der Vorteil vorliegender Ausführung besteht

darin, daß der als Metallbalg ausgeführte Schaltring 3 bei entsprechender Auslegung in der Lage ist, Drücken standzuhalten, die im Hydraulikbereich üblich sind.

Fig. 17 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführung, bei der der Kolben 21 während des Arbeitshubs in den Innenbereich des Schaltrings 3 eintaucht. Über die Steuerung des Schaltrings 3 können während des Eintauchens des Schaltrings 3 die Modi Arbeitshub und Leerhub mit Hilfe des Ventils 12 eingestellt werden. Beaufschlagt das Ventil 12 über die Zuleitung 39b den Kolben für Schaltringverstellung 18 mit einem höheren Druck als den im Zylinderraum 7 herrschenden Druck, so schiebt der Kolben 18 den Schaltring an den oberen Anschlag 23 und über die am Umfang des Schaltrings 3 angebrachten Bohrungen 32 ist der ungehinderte Fluidaustausch zwischen dem Zylinderraum 7 und dem Funktionsraum 9 möglich. Entlastet hingegen das Ventil 12 über den Anschluß 27b die Unterseite des Kolbens 18 zum Tank, so schieben die am Umfang des Zylinders 1 befindlichen Federn den Schaltring 3 mit seinem Absatz 31 auf seine Sitzfläche und der Schaltring 3 unterbricht die Verbindung zwischen dem Zylinderraum 7 und dem Funktionsraum 9. Über die Druckentlastung des Funktionsraums 9 durch das Ventil 10 kann nun der Kolben 21 einen Arbeitshub ausführen. Der Rückhub wird wieder durch externe Eilgangzylinder realisiert. Dabei wird der Funktionsraum 9 mit dem Druck aus dem Zylinderraum 7 beaufschlagt. Durch Anheben des Schaltrings 3 mittels der Kolben 18 wird der Fluidaustausch zwischen dem Funktionsraum 9 und dem Zylinderraum 7 durch Freigabe der Bohrungen 32 verbessert und der Rückhub kann von Anfang an mit einer hohen Geschwindigkeit ausgeführt werden.

Zur Vermeidung von Verschleißerscheinungen zwischen dem Kolben 21 und dem Schaltring 3 ist der Schaltring durch die Ausbildung eines Ringspaltes 25 in Grenzen radial verschieblich. Beim Eintauchen des Kolbens 21 in den Innenraum des Schaltrings 3 zentriert sich der Schaltring 3 somit selbständig und die Toleranzen zwischen Schaltring 3 und Kolben 21 können sehr eng gehalten werden. Ein mögliches Verkanten zwischen Schaltring 3 und Kolben 21 wird vermieden durch eine lediglich geringe axiale Verschieblichkeit des Schaltrings 3, die ein mögliches Schrägstellen des Schaltrings 3 toleriert. Wegen des großen Umfangs des Schaltrings bei Einsatz in größeren Zylindern verbleibt trotzdem ein ausreichend großer Überströmquerschnitt zwischen Zylinderraum 7 und Funktionsraum 9 während des Leerhubs im unteren Bereich.

Fig. 18 gibt eine erfindungsgemäße Ausbildung des Zylinders an, die geeignet ist, innerhalb des Funktionsraums 9 gelegene Elemente zu betätigen. Im dargestellten Beispiel befindet sich innerhalb des Funktionsraumes eine bekannte Reibkupplung mit der Kupplungsscheibe 78. In Durchbrüchen der Kupplungsscheibe 78 sind die Reibklötze 79 lose eingelassen. Im Ausgangszustand herrscht im Funktionsraum 9 der gleiche Druck wie im Zylinderraum 7. Zu beiden Seiten des Kolbens 21 wirken damit gleiche Drücke und der Kolben 21 wird über die Haltebolzen 36 von den Tellerfedern 41 gegen die Anschlagbolzen 80 gehalten. Der Schaltring 3 wird von den Federn 5 mit einer kleinen Kraft gegen den Kolben 21 angedrückt. Der hier als Schwungrad 83 ausgebildete Zylinder läuft ständig um. Die Reibklötze 79 liegen dabei wie bei bekannten Kupplungen lose auf dem Zylinderboden 30 auf. Zum Einkuppeln beaufschlagt das Ventil 8 den Zylinderraum 7. Wegen der erfindungsgemäßen Ausbildung des Betätigungszylin-



ders der Kupplung unter Verwendung des Schaltrings 3 ist es gleichfalls möglich, den Zylinderraum 7 ständig unter Druck zu halten. Zur Verminderung der Druckverluste ist es dabei vorteilhaft, die Welle 82 gegen das rotierende Schwungrad mit einer Wellendichtung 85 abzudichten. Damit der Kolben 21 die erforderliche Betätigungskraft für die im Funktionsraum 9 befindliche Reibkupplung ausüben kann, stellt das Ventil 10 eine Verbindung 27 vom Funktionsraum 9 zur Umgebungsluft her. Damit überwiegt liegt oben am Kolben 21 der pneumatische Betätigungsdruck für die Kupplung an. Erfindungsgemäß bestehen zum Aufheben des Kraftschlusses des Betätigungszyinders und damit zum Lösen der Kupplung wieder die Alternativen Druckbeaufschlagung des Funktionsraumes 9 oder Druckentlastung des unter dem Schaltring 3 befindlichen Ringraumes 11 (s. Fig. 1). Bei Reibkupplungen besteht oft der Wunsch, das Auskuppeln in möglichst kurzer Zeit auszuführen. Beispielsweise ist es wünschenswert, bei einer Überlastung der Welle 82 in kürzester Zeit auszukuppeln. Auch bei Auskuppeln unter Last (Spindelpressen) ist man bestrebt, in kürzester Zeit auszukuppeln um eine längere Phase des Rutschens der Reibklötze und damit verbundene Verschleißerscheinungen zu vermeiden. Durch die Druckentlastung des unter dem Schaltring 3 gelegenen Ringraumes 11 mit dem Ventil 12 läßt sich die Unterbrechung des Kraftschlusses zwischen Kolben 21 und dem als Schwungrad 83 ausgebildeten Zylinder in kürzester Zeit realisieren. Bei Druckentlastung des Ringraumes 11 bewegt sich der Schaltring 3 nach unten und gibt einen großen Überströmquerschnitt zwischen dem Zylinderraum 7 und dem Funktionsraum 9 frei. Vom Zylinderraum 7 strömt Druckluft in den relativ kleinen Funktionsraum 9 ein, wo ein rascher Druckaufbau stattfindet.

Dadurch wirken zu beiden Seiten des Kolbens 21 innerhalb kürzester Zeit gleiche Drücke und die Kupplung ist gelöst. Die Zeit zum Lösen des Schaltring 3 vom Kolben 21 kann zusätzlich verringert werden, indem der Schaltring 3 aus einem leichten Material, beispielsweise Aluminium oder Kunststoff gefertigt wird. Durch das schnelle Unterbrechen des Kraftflusses ist es möglich, Überlastungen der Welle 82 bzw. der Welle 82 nachgeordneter Bauteile zu vermeiden. Gleichfalls wird bei Auskuppeln unter Last der Verschleiß der Reibklötze 79 vermindert. Ein weiterer Vorteil der aufgezeigten Anwendung der Erfindung auf eine pneumatische Kupplung besteht noch im Vermeiden großer Luftströme zwischen Kupplung und Umgebungsluft, weil nur der Druck im recht kleinen Funktionsraum 9 gesteuert wird. Aus der geringen Menge der zur Betätigung erforderlichen Luftmengen ergeben sich geringere Geräuschpegel und ein verminderter Energiebedarf. Prinzipiell ist es in analoger Weise möglich, weitere Elemente innerhalb des Funktionsraumes 9 durch den Kolben 21 zu betätigen, beispielsweise hydraulische Kupplungen.

#### Bezugszeichenliste

1 Zylinder  
2 Obere Kolbenstange  
3 Schaltring  
4 Haltering  
5 Feder  
6 Dichtung  
7 Unter Druck stehender Zylinderraum  
8 Steuerventil Zylinderraum  
9 Funktionsraum

10 Steuerventil Funktionsraum  
11 Ringraum unter Schaltring  
12 Steuerventil für Ringraum unter Schaltring  
13 Führungstraverse  
14 Traversenbolzen  
15 Überdruckventil  
16 Feder  
17 Zylinderraum für Schaltringverstellung  
18 Kolben für Schaltringverstellung  
19 Regelventil  
20 Wegmeßeinrichtung  
21 Kolben  
22 Ausnehmung  
23 Anschlag  
24 Ringnut im Haltering  
25 Ringspalt  
26 Ringnut im Schaltring  
27 Verbindung zum Tank (Flüssige Medien) oder zur Umgebungsluft (Druckluft)  
28 Schaltventil  
29 Untere Kolbenstange  
30 Zylinderboden  
31 Absatz am Schaltring  
32 Bohrungen  
33 Ringnut im Zylinderboden  
34 Verbindung zum Zylinderraum  
35 Schweißnaht  
36 Haltebolzen  
37 Führungsring  
38 Verstellbarer Zusatzkolben  
39 Verbindung zum Systemdruck  
40 Verbindungsnut  
41 Tellerfeder  
42 Außenring Speicher  
43 Innenring Speicher  
44 Gasventil Speicher  
45 Speicherkolben  
46 Verbindung zu Gasdruck  
47 Speicherraum  
48 Eilgangzylinder  
49 Pressenstößel  
50 Rohteil  
51 Ausformwerkzeug  
52 Fertigteil  
53 Pressenrahmen  
54 Fast ausgeformtes Teil  
55 Auszuförmendes Werkstück  
56 Einlaufrundungen  
57 Dichtspalt  
58 Äußere Mantelfläche Schaltring  
59 Ringnutförmige Einkerbung  
60 Ringraum  
61 Überdruckventil  
62 Regelfeder  
63 Zylinderdeckel  
64 Spalt zwischen Schaltring 3 und Zylinder 1  
65 Spalt zwischen Schaltring 3 und Zylinderboden 30 oder Zylinderdeckel 63  
66 Ölpolster  
67 Justiering  
68 Führungsband  
69 Näherungsinitiator  
70 Dämpfungsbund  
71 Verbindung zur Umgebungsluft  
72 Stopfen  
73 Kolbenrohr  
74 Konus  
75 Kontaktfläche des Schaltrings 3 zum Kolben 21

76 Eilgangraum  
 77 Druckminderventil  
 78 Kupplungsscheibe  
 79 Reibklötze  
 80 Anschlagbolzen  
 81 Drehdurchführung  
 82 Welle  
 83 Schwungrad  
 84 Lager  
 85 Wellendichtring

### Patentansprüche

1. Arbeitszylinder mit einem Kolben und einem Zylinder, dessen Innendurchmesser größer ist als der maximale Kolbendurchmesser und der ein ringförmiges Bauteil aufweist, mit dem der Kolben beim Arbeitshub in Anlage tritt, wobei zwischen dem Kolben, dem ringförmigen Bauteil und dem Zylinder ein Funktionsraum gebildet ist, der gegenüber dem restlichen Zylinderraum abgedichtet ist und dessen Druck über ein Steuerventil steuerbar ist, und das ringförmige Bauteil mit einem Ringraum in Wirkverbindung steht, dessen Druck über ein Steuerventil steuerbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Anordnung des Ringraumes (11) auf der der Anlagenseite gegenüberliegenden Seite des ringförmigen Bauteiles (3) der Ringraum (11) während des Arbeitshubes mit wenigstens dem gleichen Druck wie der Zylinderraum (7) beaufschlagt ist und der Funktionsraum (9) gleichzeitig druckentlastet ist, und daß während des Rückhubes der Ringraum (11) und der Funktionsraum (9) mit höherem Druck als der Zylinderraum (7) beaufschlagt sind.
2. Arbeitszylinder mit einem Kolben und einem Zylinder, dessen Innendurchmesser größer ist als der maximale Kolbendurchmesser und der ein ringförmiges Bauteil aufweist, mit dem der Kolben beim Arbeitshub in Anlage tritt, wobei zwischen dem Kolben, dem ringförmigen Bauteil und dem Zylinder ein Funktionsraum gebildet ist, der gegenüber dem restlichen Zylinderraum abgedichtet ist und dessen Druck über ein Steuerventil steuerbar ist, und das ringförmige Bauteil mit einem Ringraum in Wirkverbindung steht, dessen Druck über ein Steuerventil steuerbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Anordnung des Ringraumes (11) auf der Anlagenseite des ringförmigen Bauteiles (3) der Ringraum (11) während des Arbeitshubes mit einem geringeren Druck als der Zylinderraum (7) beaufschlagt ist und der Funktionsraum (9) gleichzeitig druckentlastet ist, und daß während des Druckhubes der Ringraum (11) mit einem geringeren und der Funktionsraum (9) mit einem höheren Druck als der Zylinderraum (7) beaufschlagt ist.
3. Arbeitszylinder nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur schnellen Beendigung des Arbeitshubes das den Ringraum (11) druckmäßig steuernde Steuerventil (12) zur Druckentlastung oder Druckerhöhung des Ringraumes (11) ansteuerbar ist.
4. Arbeitszylinder nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das ringförmige Bauteil (3) in Form eines oder mehrerer axial bewegbarer Schaltringe ausgebildet ist.
5. Arbeitszylinder nach Anspruch 4, **dadurch ge-**

- kennzeichnet, daß der Schaltring oder die Schaltringe (3) im Zylinderboden (30) oder Zylinderdekel (63) geführt ist bzw. sind.
6. Arbeitszylinder nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schaltring oder die Schaltringe (3) am Kolben (21) oder an wenigstens einer Kolbenstange (2, 29) geführt ist bzw. sind.
7. Arbeitszylinder nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schaltring oder die Schaltringe in einem im Zylinder abgedichtet geführten Zusatzkolben (38) geführt sind.
8. Arbeitszylinder nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kolben (21) bei Ausführung seines Arbeitshubes auf den oder die Schaltringe (3) aufsetzt.
9. Arbeitszylinder nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der um den Kolben (21) konzentrisch angeordnete Schaltring (3) bei Ausführung des Arbeitshubes des Kolbens auf den Zylinderboden (30) aufsetzt.
10. Arbeitszylinder nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Hub des bewegbaren Schaltringes (3) durch einen Haltering (4) begrenzt ist.
11. Arbeitszylinder nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen dem Haltering (4) und dem Schaltring (3) der Fluiddurchfluß mittels eines Ringspaltes (25) herabgesetzt ist.
12. Arbeitszylinder nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Arbeitshub des Kolbens (21) durch Beaufschlagung des Funktionsraumes (9) mit Fluiddruck über das Steuerventil (10) unterbrechbar ist.
13. Arbeitszylinder nach Anspruch 1 und 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Steuerventil (12) zur Druckentlastung des zwischen dem Haltering (4) und dem Schaltring (3) gebildeten Ringraumes (11) vorgesehen ist, wobei die Druckentlastung ein Entkuppeln des Kolbens (21) vom Zylinder (1) bewirkt.
14. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere konzentrisch angeordnete Schaltringe (3a, 3b, 3c) vorgesehen sind, deren Unterseite mit Druck belastbar ist, um die Schaltringe in Eingriff mit dem Kolben (21) zu bringen, und deren Unterseite druckentlastbar ist, um die Schaltringe außer Eingriff mit dem Kolben (21) zu bringen.
15. Arbeitszylinder nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schaltringe unterseitig einen ringförmigen Ansatz (31a, 31b, 31c) aufweisen, der bei Druckentlastung der Unterseite der Schaltringe auf dem Zylinderboden (30) abdichtend aufsetzt.
16. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Zylinderraum (7) ständig mit einem Druckspeicher in Verbindung steht.
17. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ringraum (11) durch eine auf der kolbenseitigen Fläche des Schaltringes (3) ausgebildete Ringnut gebildet ist.
18. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen Schaltring (3) und dessen Führung im Zylinderboden (30) oder im Kolben (38) ein Spalt (65) ausgebildet ist.
19. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwi-



schen Schaltring (3) und Kolbenstange (29) wenigstens ein Führungsring (37) angeordnet ist.

20. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaltring (3) und der Haltering (4) auf einem separaten verstellbaren Kolben (38) angeordnet sind.

21. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolbenstangen (2, 19) des Kolbens (21) gleiche Durchmesser aufweisen.

22. Arbeitszylinder nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolbenstangen (2, 29) des Kolbens (21) unterschiedliche Durchmesser aufweisen.

23. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Haltering durch Anschläge gebildet wird.

24. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (21) federvorgespannt ist.

25. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Zylinderboden (30) oder im Kolben (21) Ringnuten (33) und diese Ringnuten verbindende Verbindungsnuten (40) ausgebildet sind.

26. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Zylinder (1) ein zusätzlicher Speicherkolben (45) angeordnet ist.

27. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen dem Schaltring (3) und dem Kolben (21) gebildete Sitzfläche eben oder konisch ausgebildet ist.

28. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaltring (3) und der Kolben (21) Einlaufrundungen (56), Einlaufschrägen oder Einlaufkanten aufweisen.

29. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaltring (3) mit dem Zylinderboden (30) oder einem im Zylinder (1) beweglichen Kolben (38) fest verbunden ist.

30. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Funktionsraum (9) gegen den Zylinderraum (7) durch einen Dichtspalt (57) abgegrenzt ist.

31. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaltring (3) elastisch verformbar ausgebildet ist.

32. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaltring (3) oder der Kolben (21) elastische Dichtungen aufweisen, die während des Arbeitshubes des Kolbens (21) zum Eingriff gelangen.

33. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaltring (3) oder der Kolben (21) Einkerbungen, Lippen, Ringnuten oder dgl. aufweisen zur gezielten Beeinflussung der Dichtwirkung zwischen dem Schaltring (3) und dem Kolben (21) durch elastische Verformung.

34. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ventil (61) zur Steuerung des Anpreßdruckes des Schaltringes (3) an den Kolben (21) vorgesehen ist.

35. Arbeitszylinder nach Anspruch 18, dadurch ge-

kennzeichnet, daß sich der zwischen dem Schaltring (3) und dem Zylinderboden (30) befindliche Spalt (65) beiderseits des Dichtringes (6) in axialer Richtung verbreitert.

36. Arbeitszylinder nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die axiale Lage des Aufsetzpunktes des Kolbens (21) auf den oder die Schaltringe (3) durch Einstellung der axialen Lage des oder der Schaltringe (3) zu Beginn des Aufsetzens einstellbar ist.

37. Arbeitszylinder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die axiale Lage des Aufsetzpunktes des Kolbens (21) auf den oder die Schaltringe (3) durch Einstellung der axialen Lage des Halterings (4) oder eines sich am Haltering (4) über ein Ölpolster (66) abstützenden Justieringes (67) einstellbar ist.

---

Hierzu 18 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1

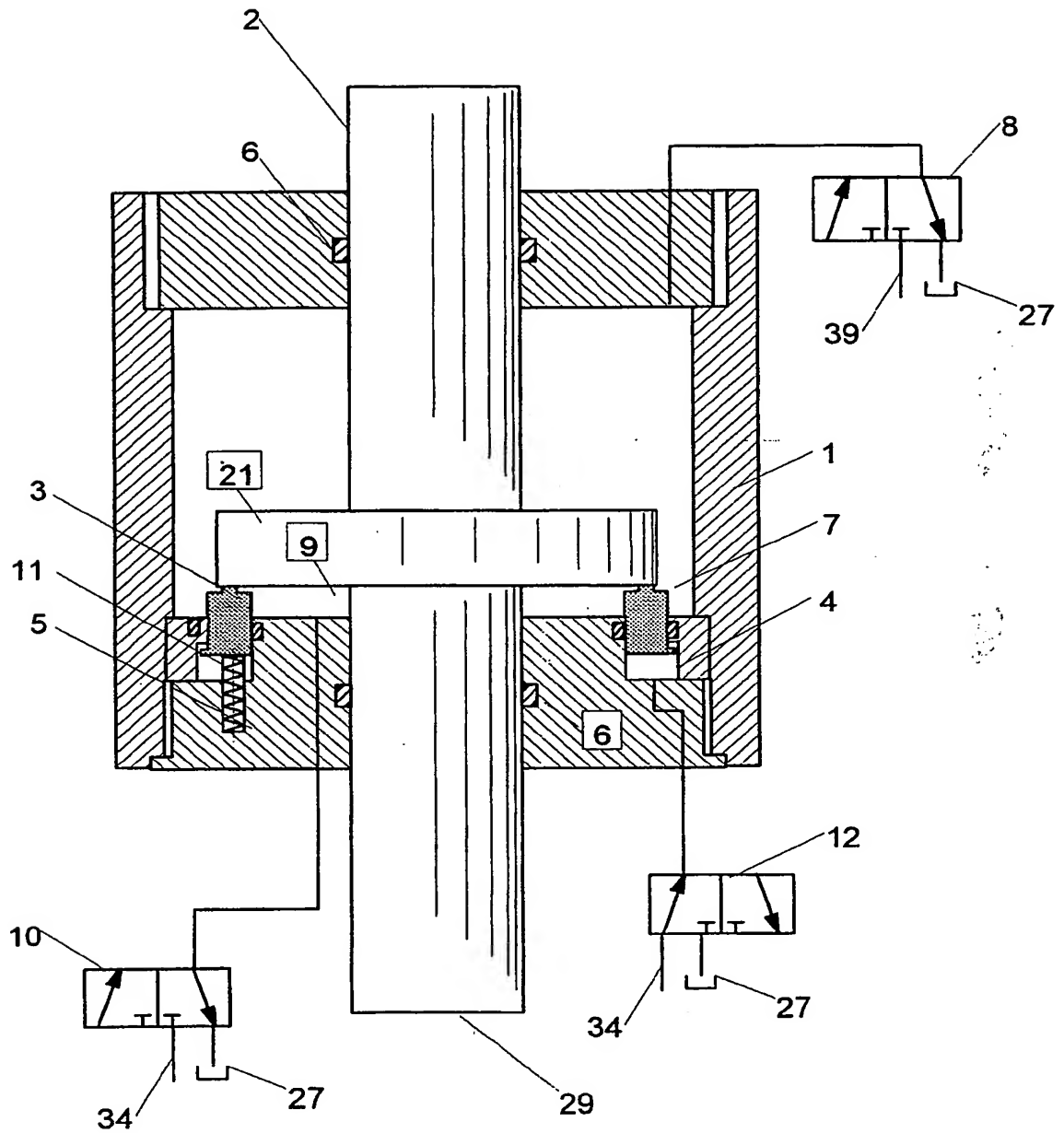
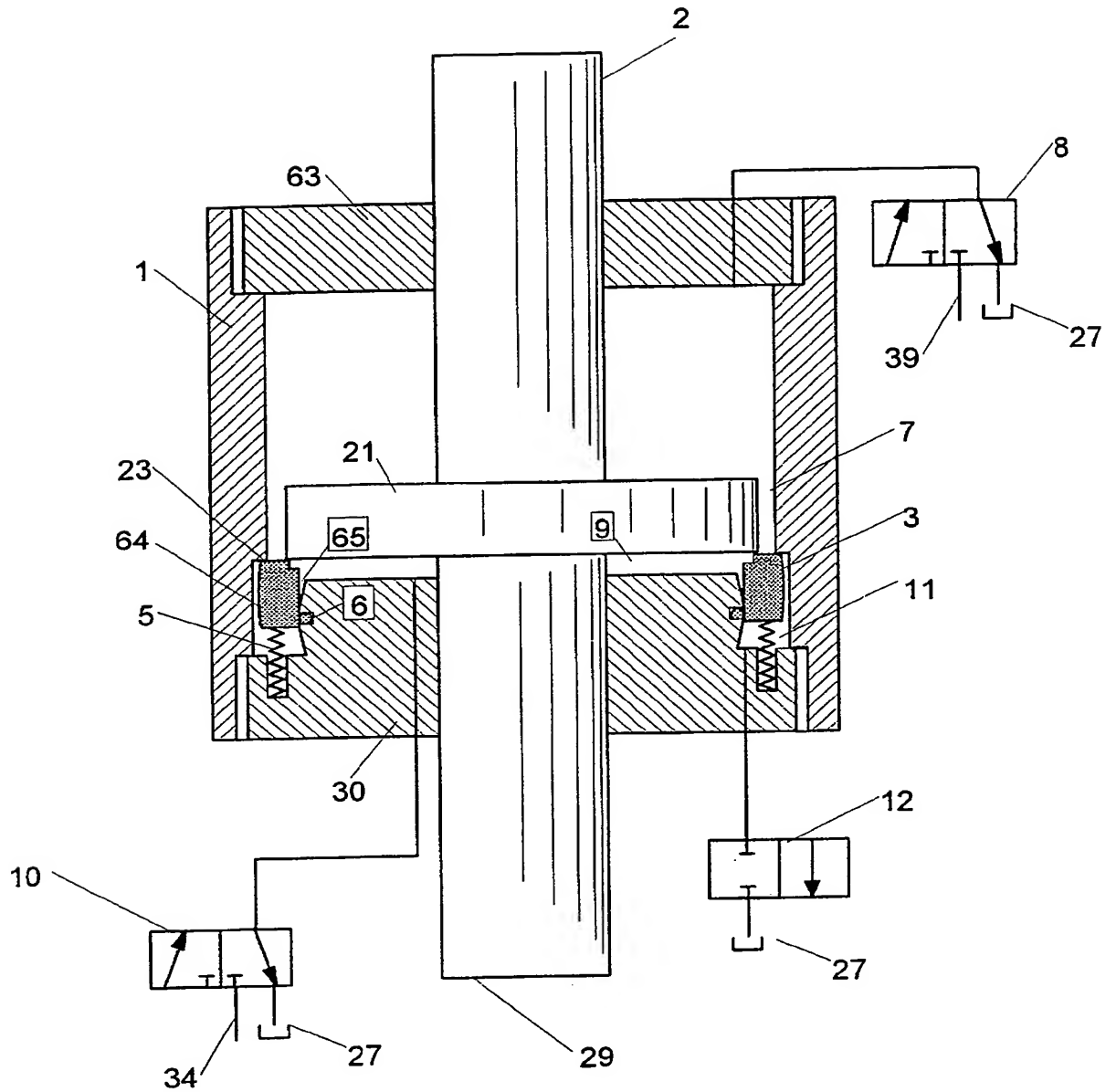
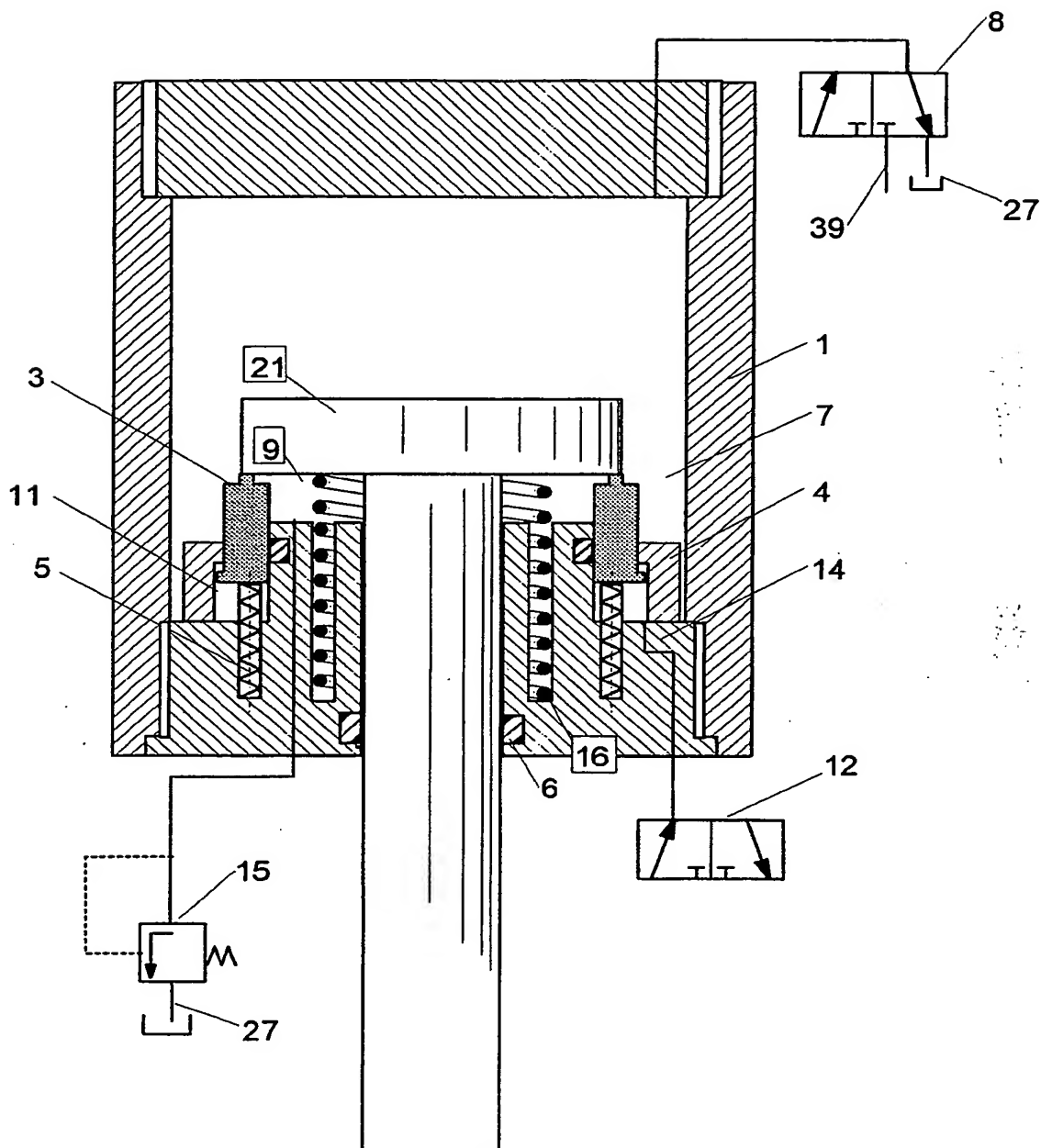


Fig. 2



**Fig. 3**



**802 031/485**

Fig. 4

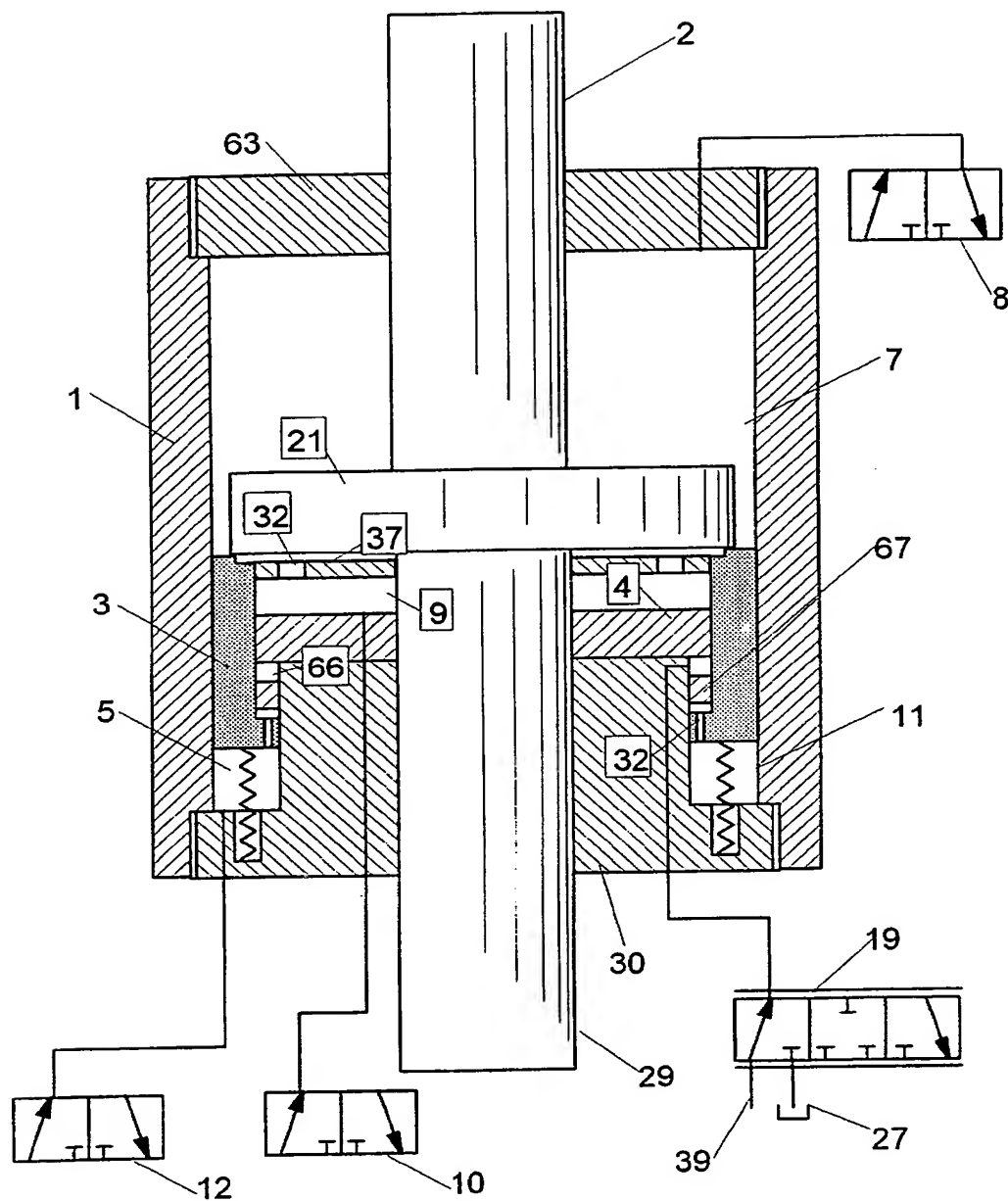


Fig. 5

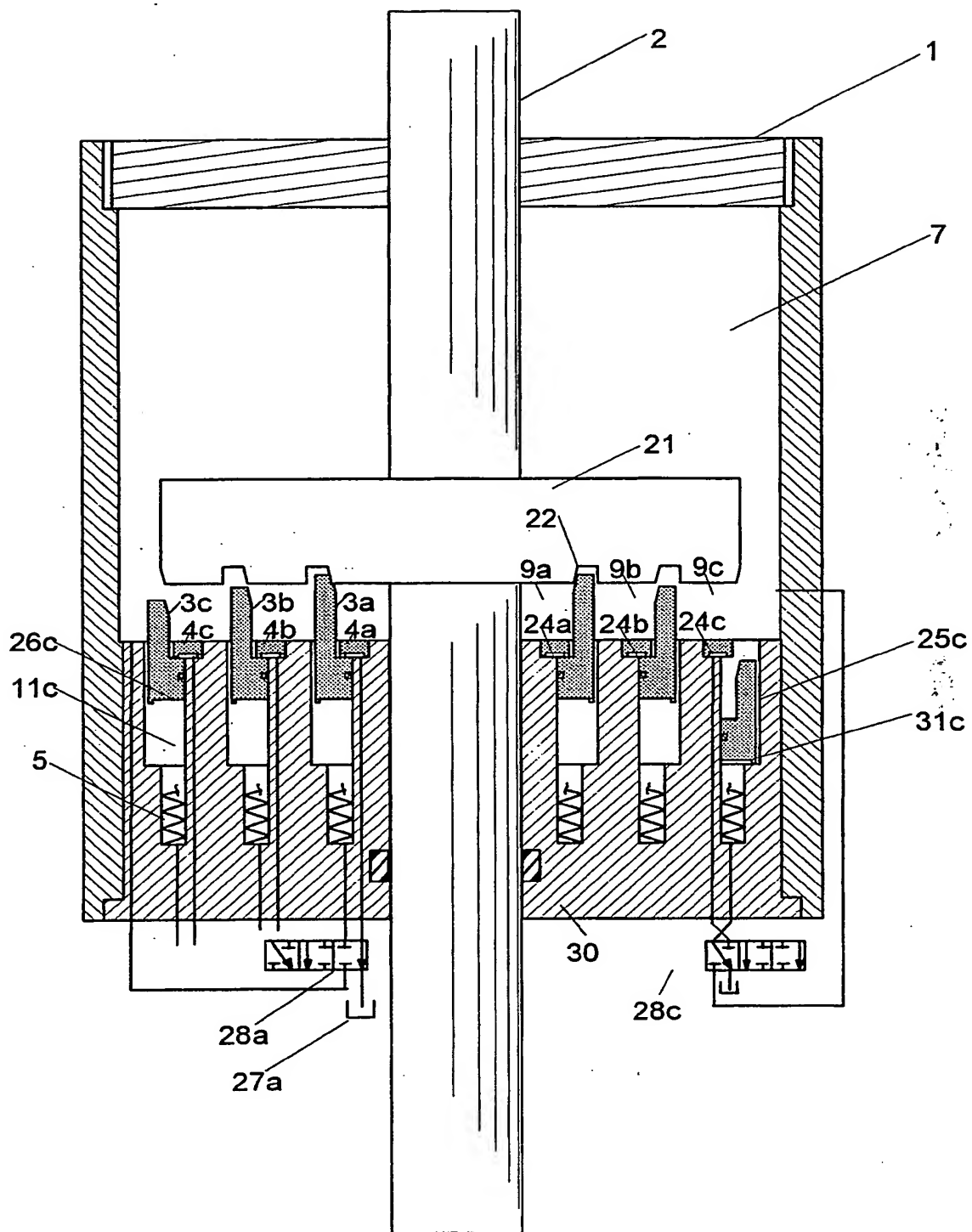


Fig. 6

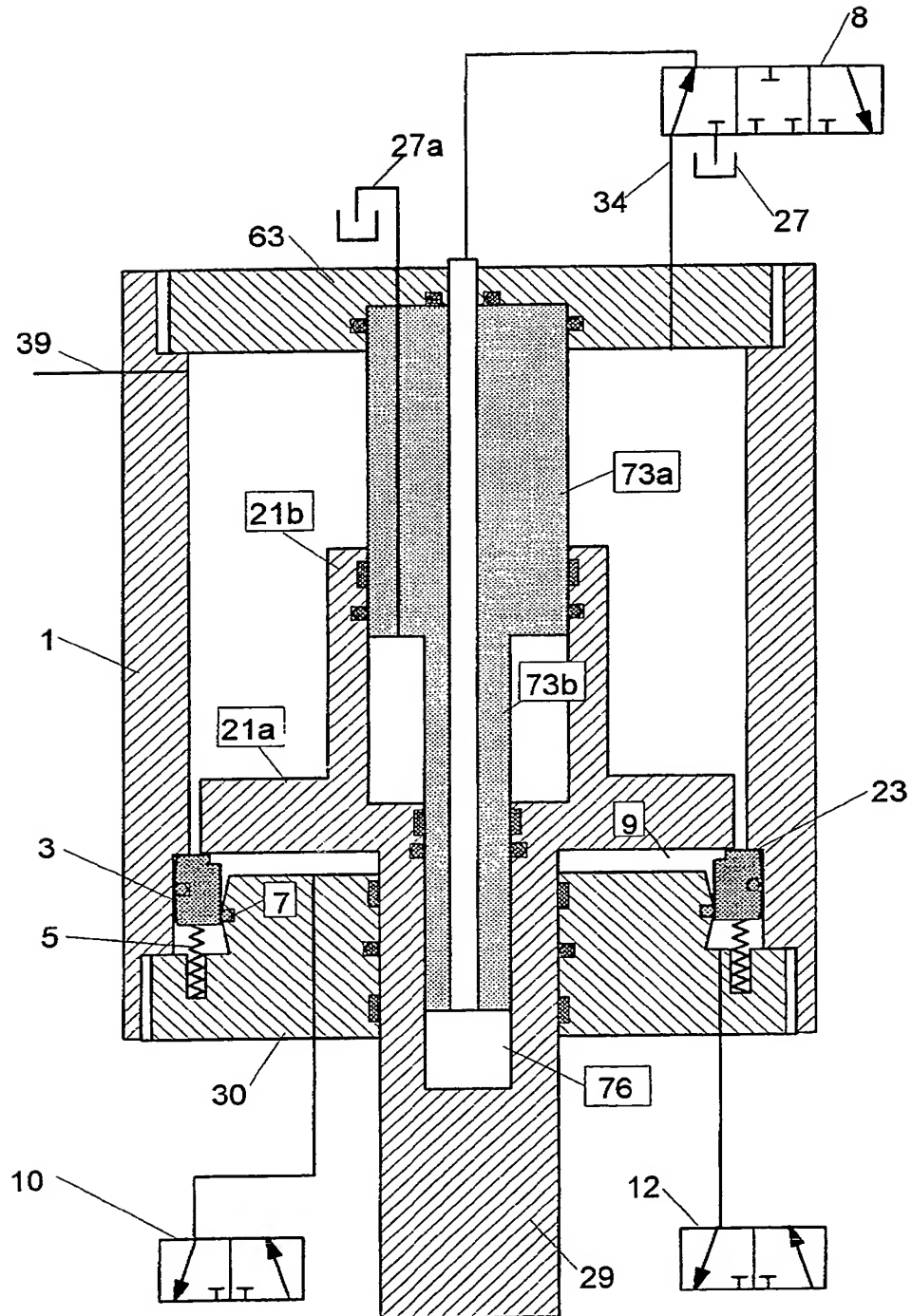
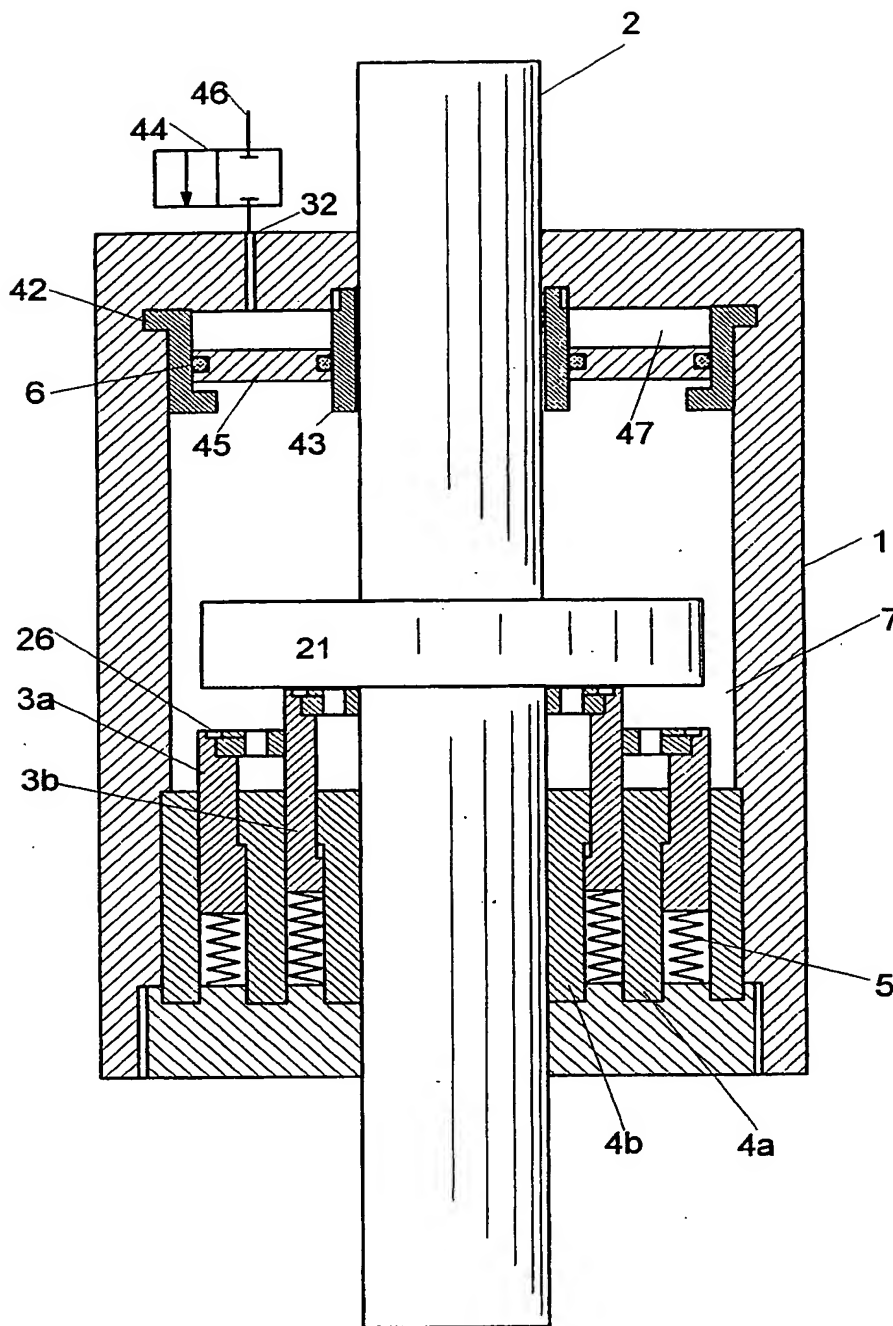




Fig. 7



**Fig. 8**

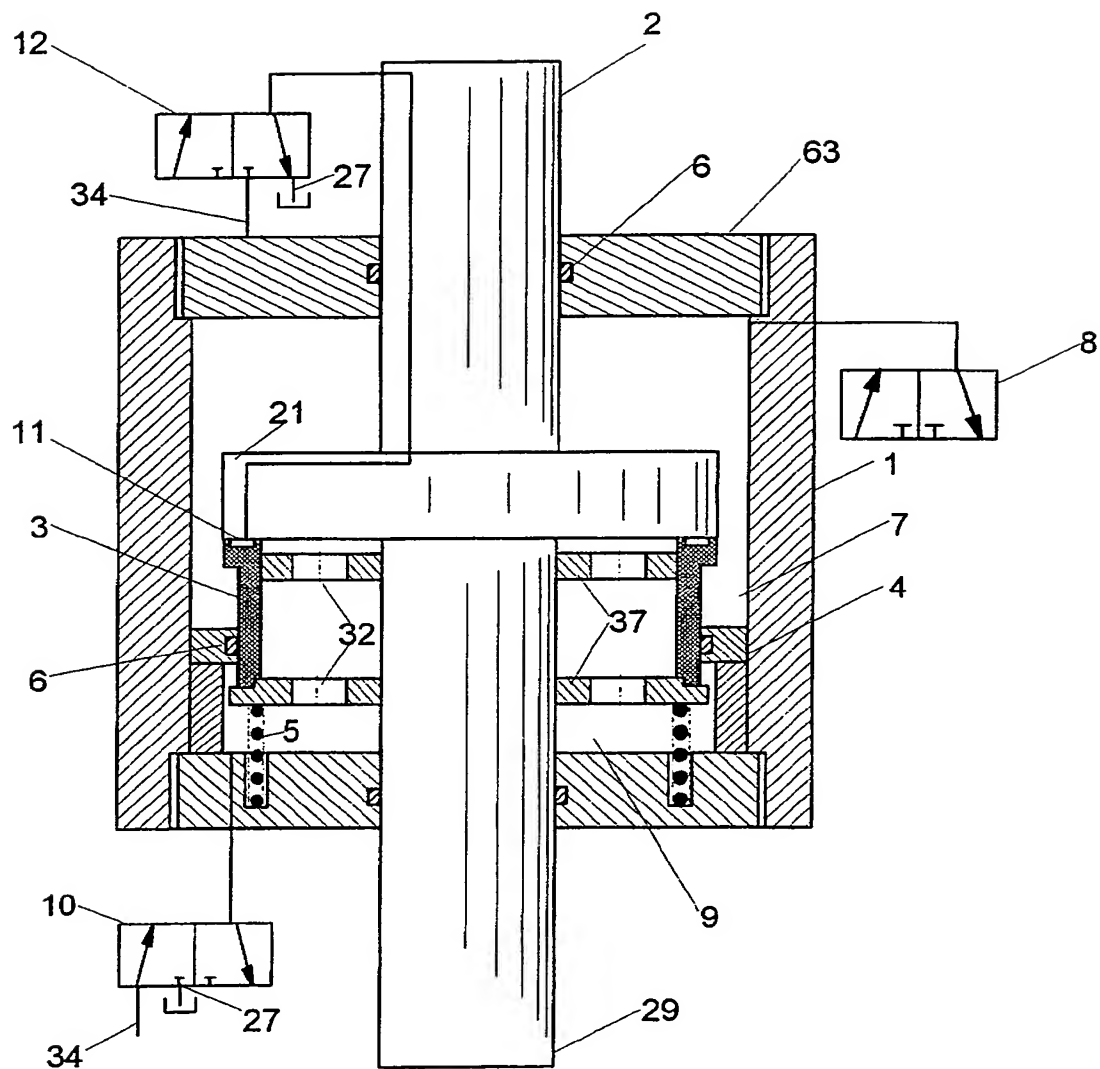


Fig. 9

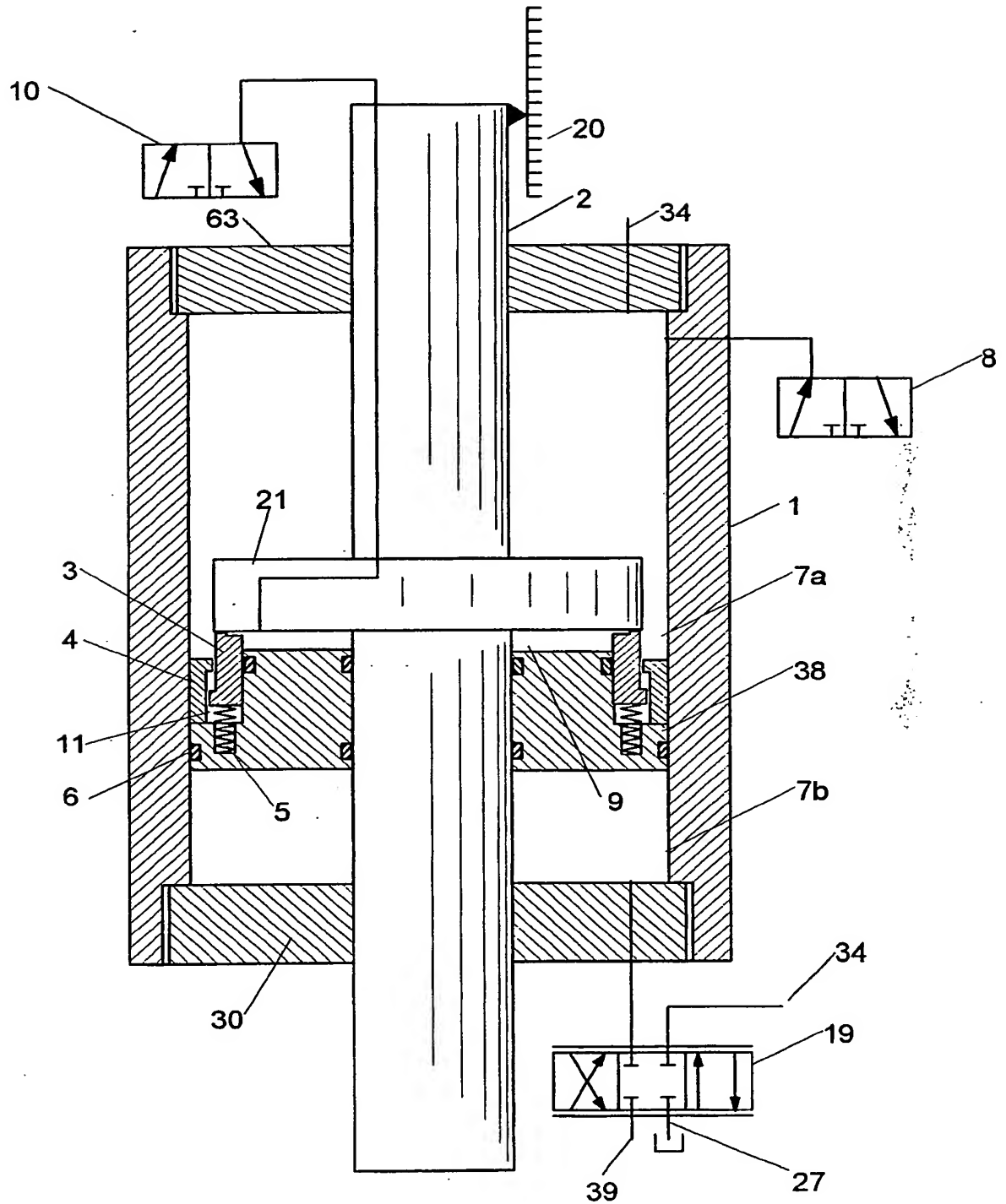


Fig. 10

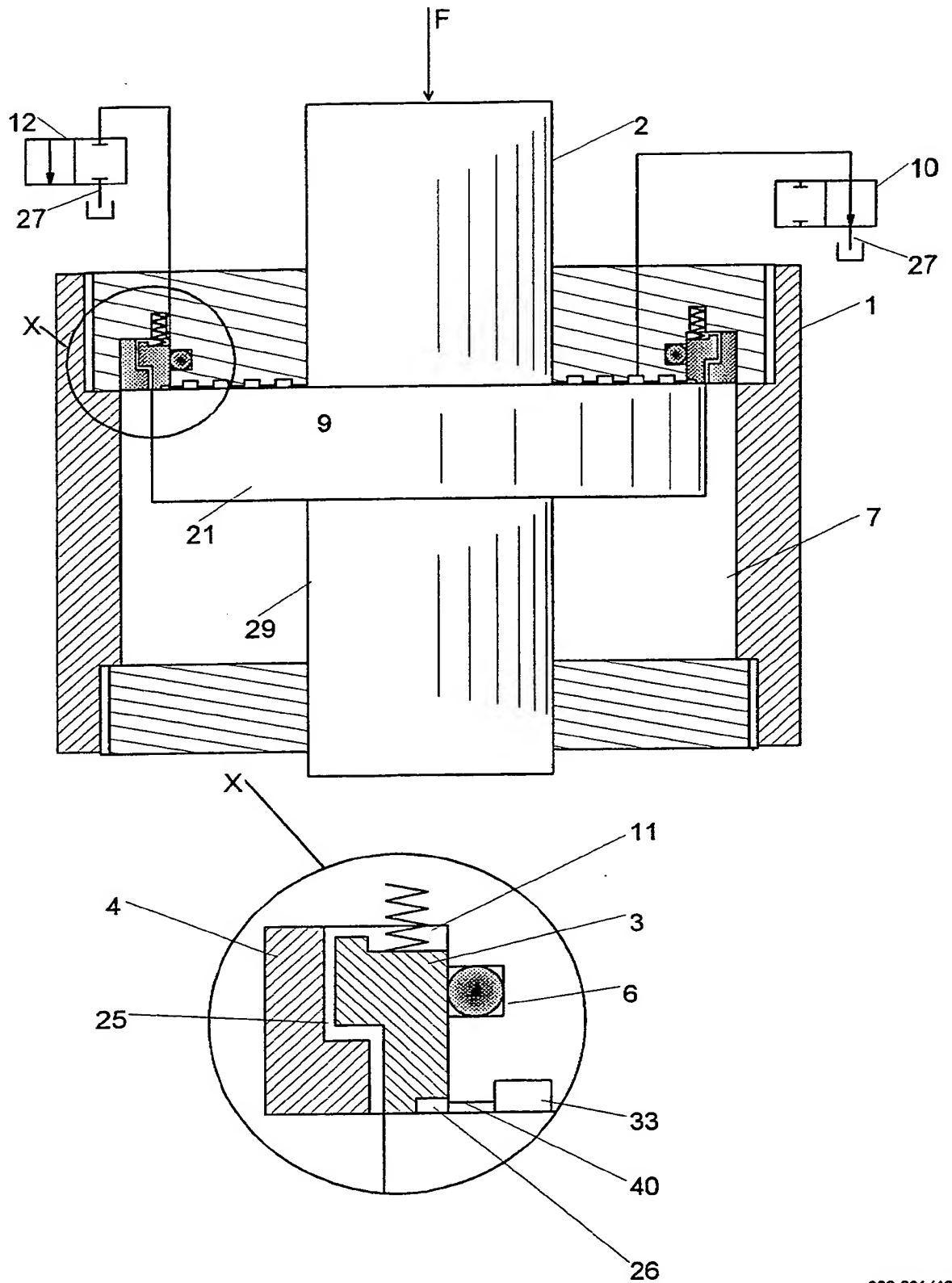


Fig. 11

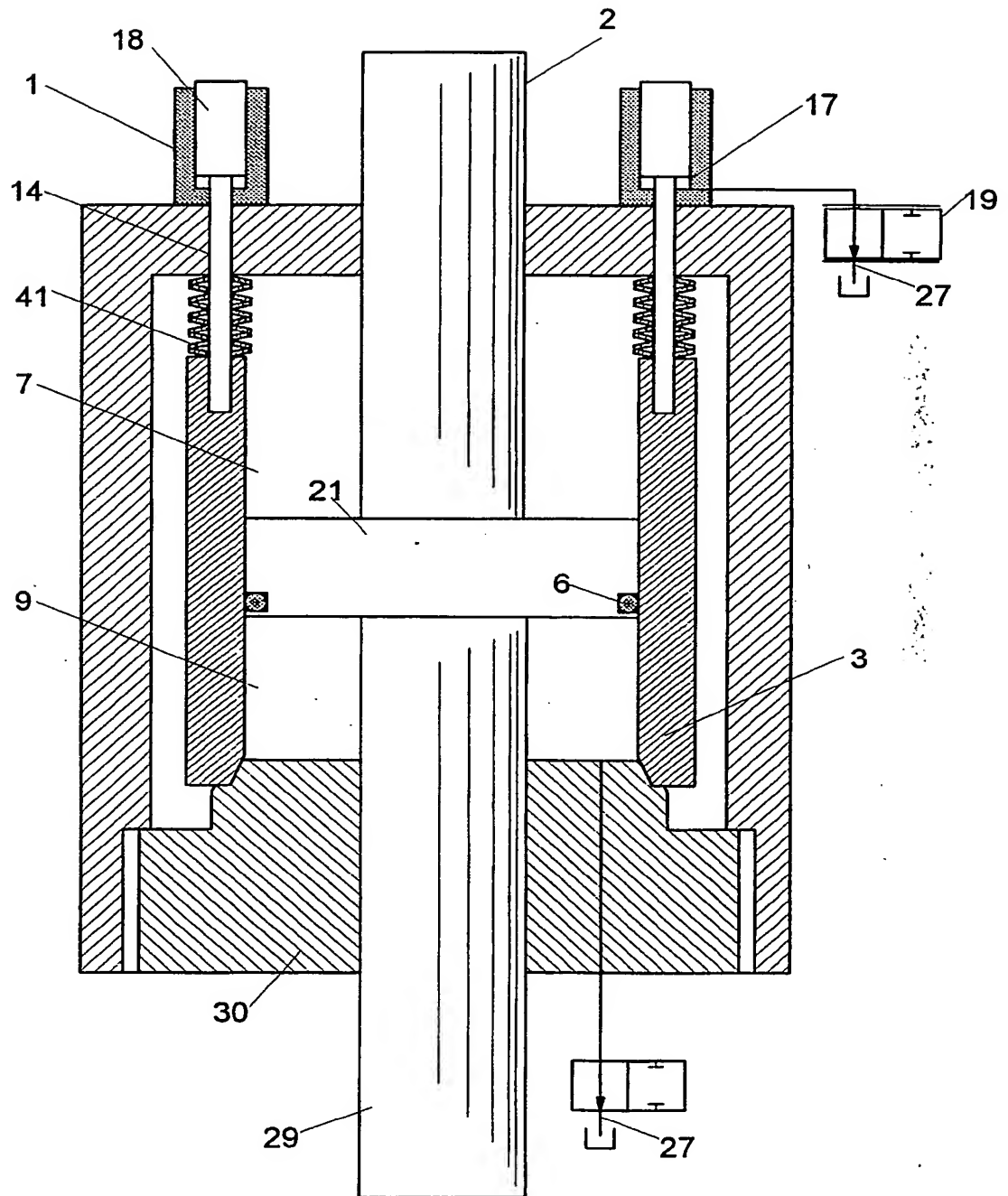


Fig. 12

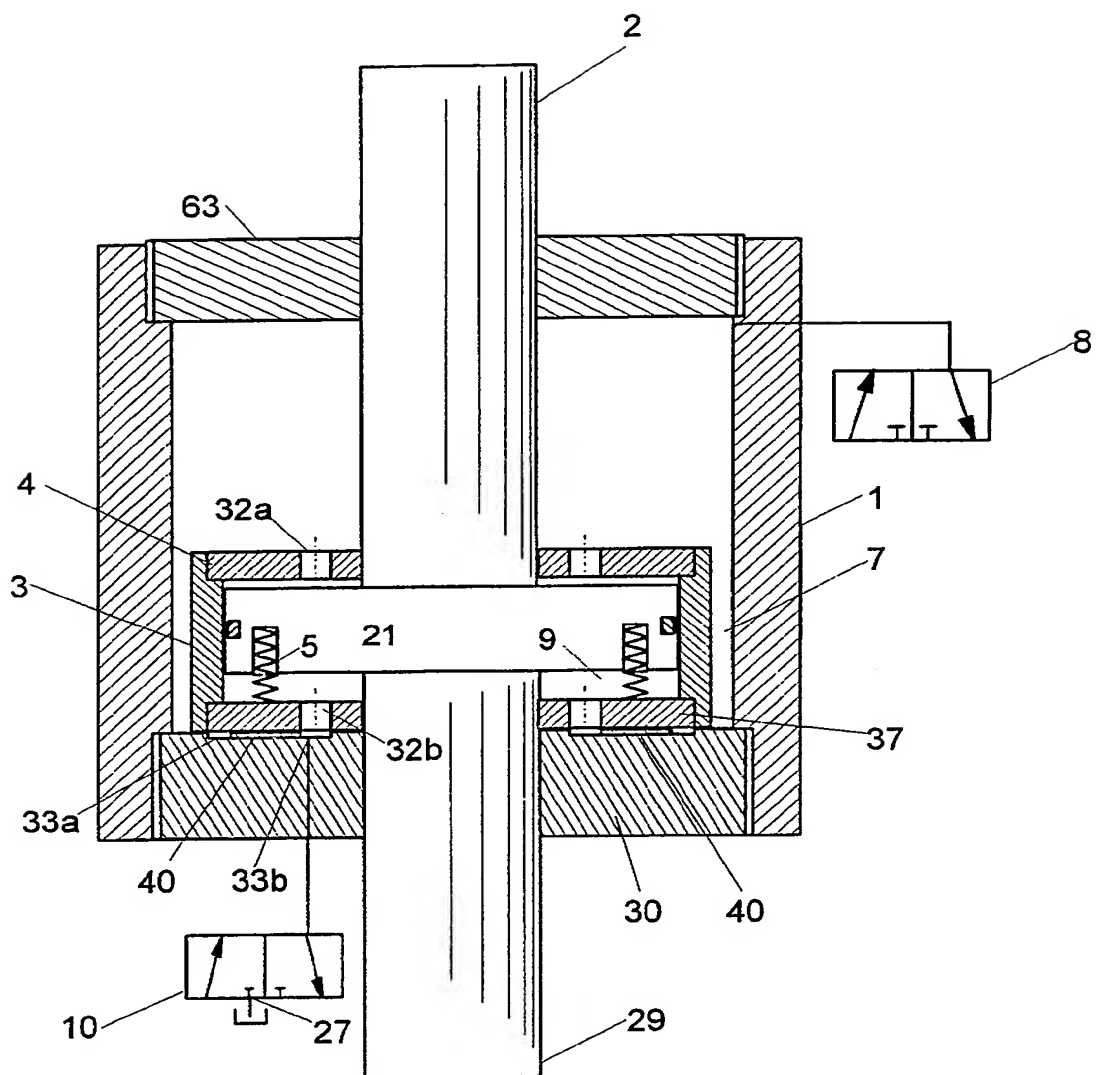


Fig. 13

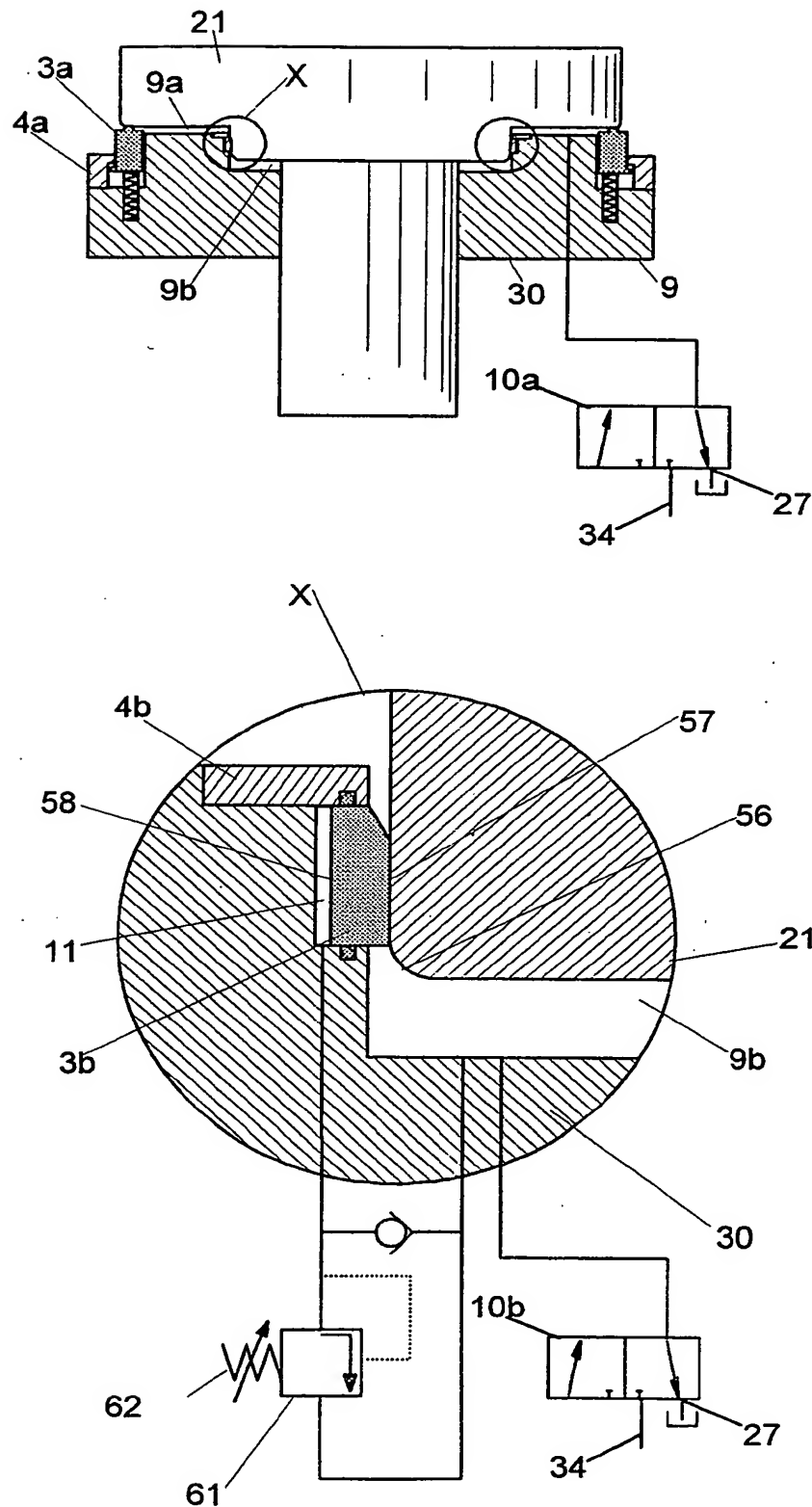
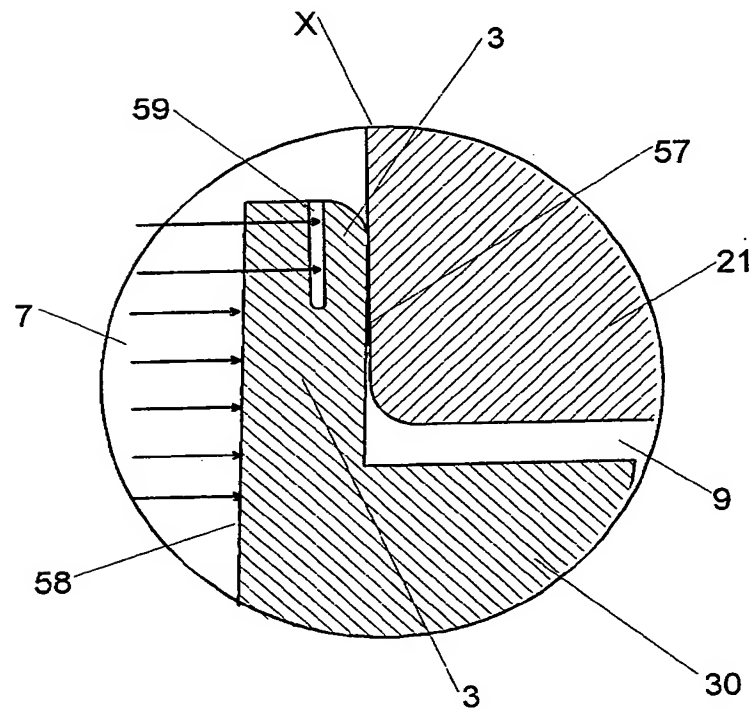
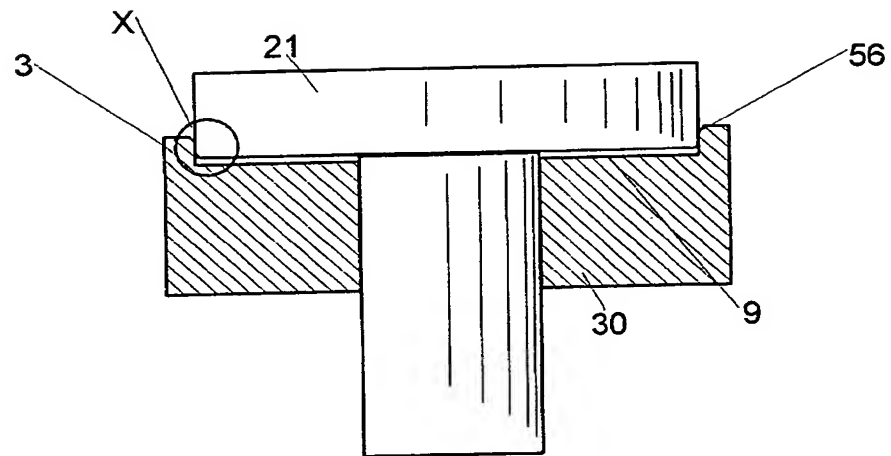
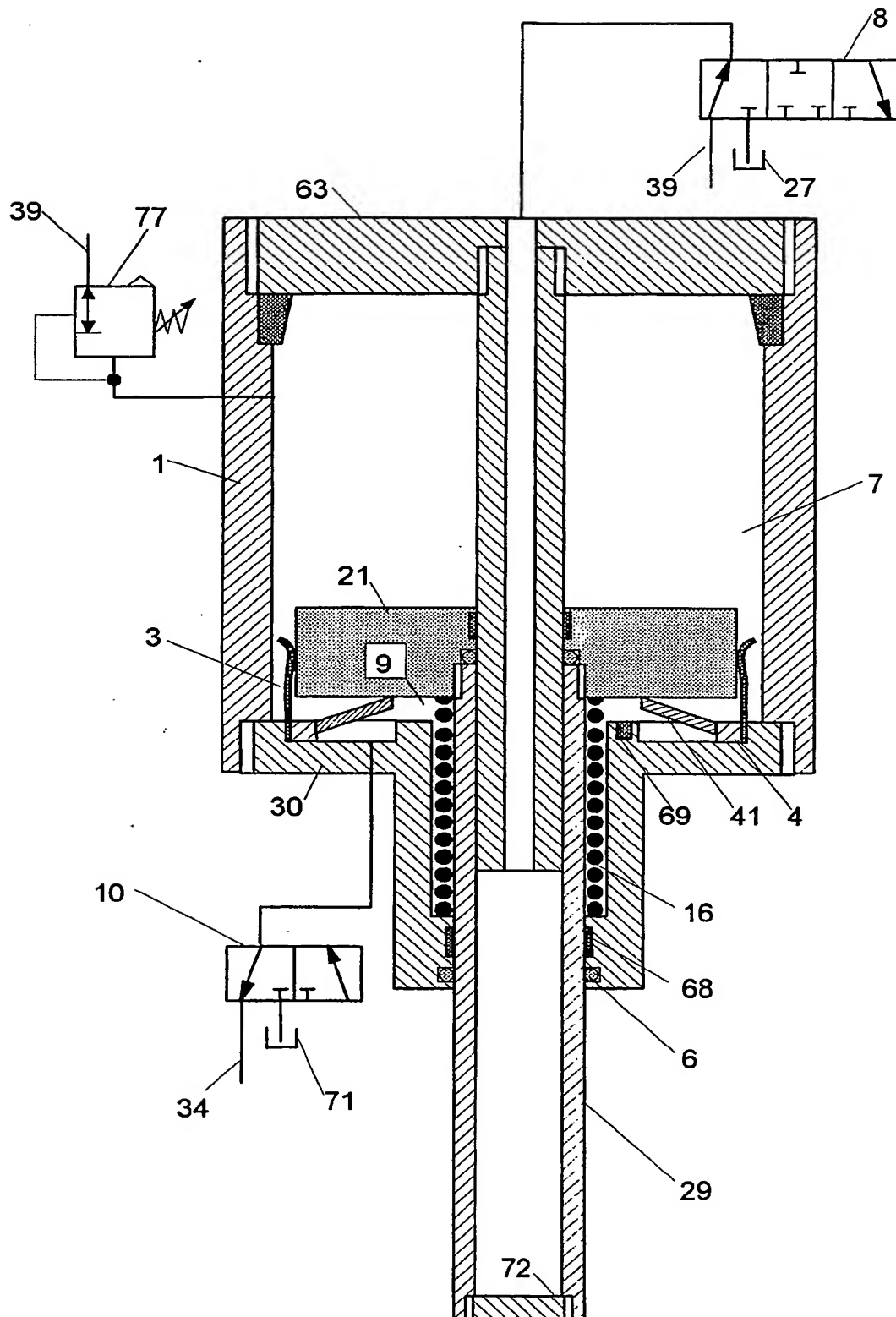




Fig. 14



**Fig. 15**



**602 031/485**

Fig. 16

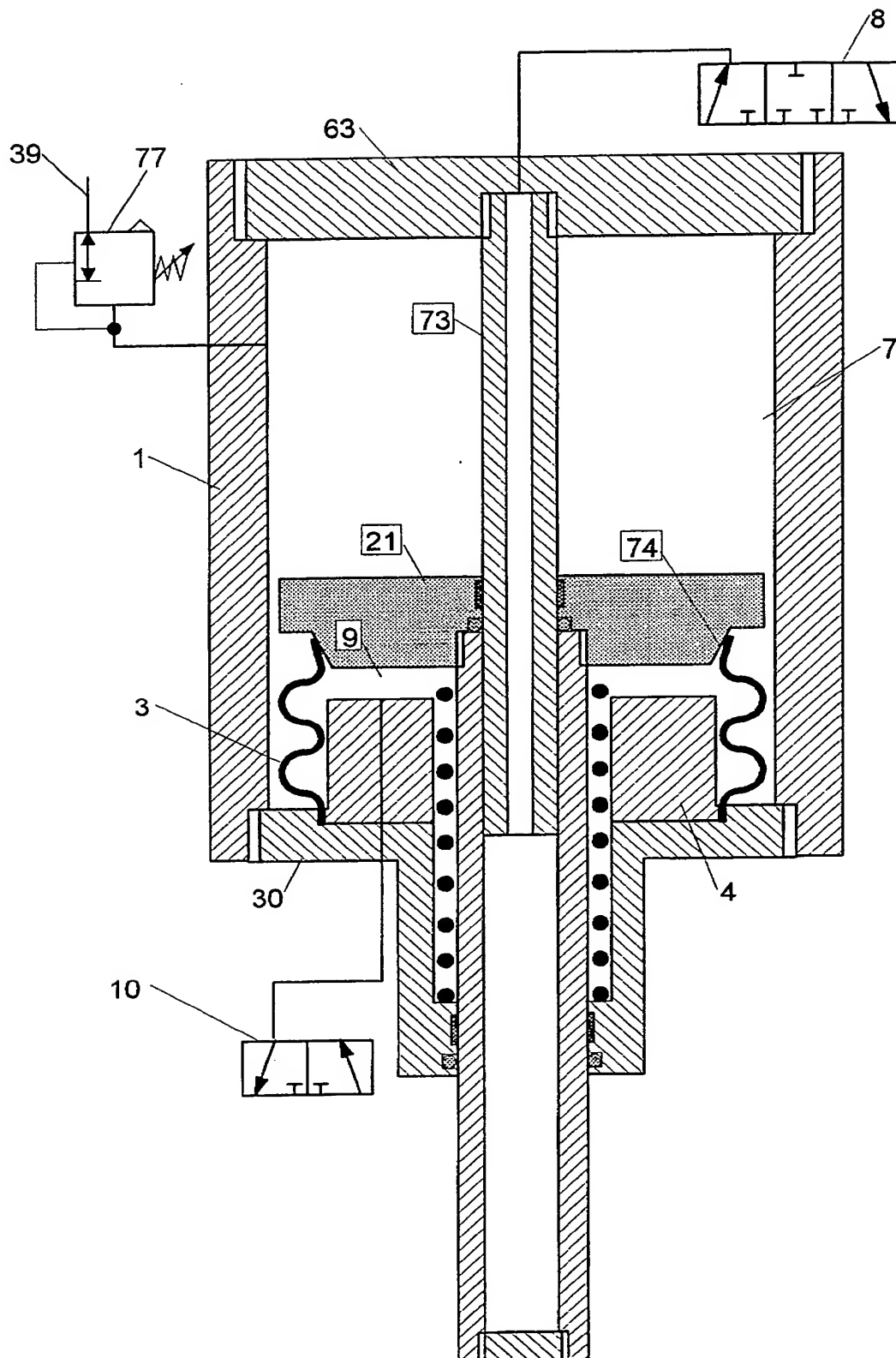


Fig. 17

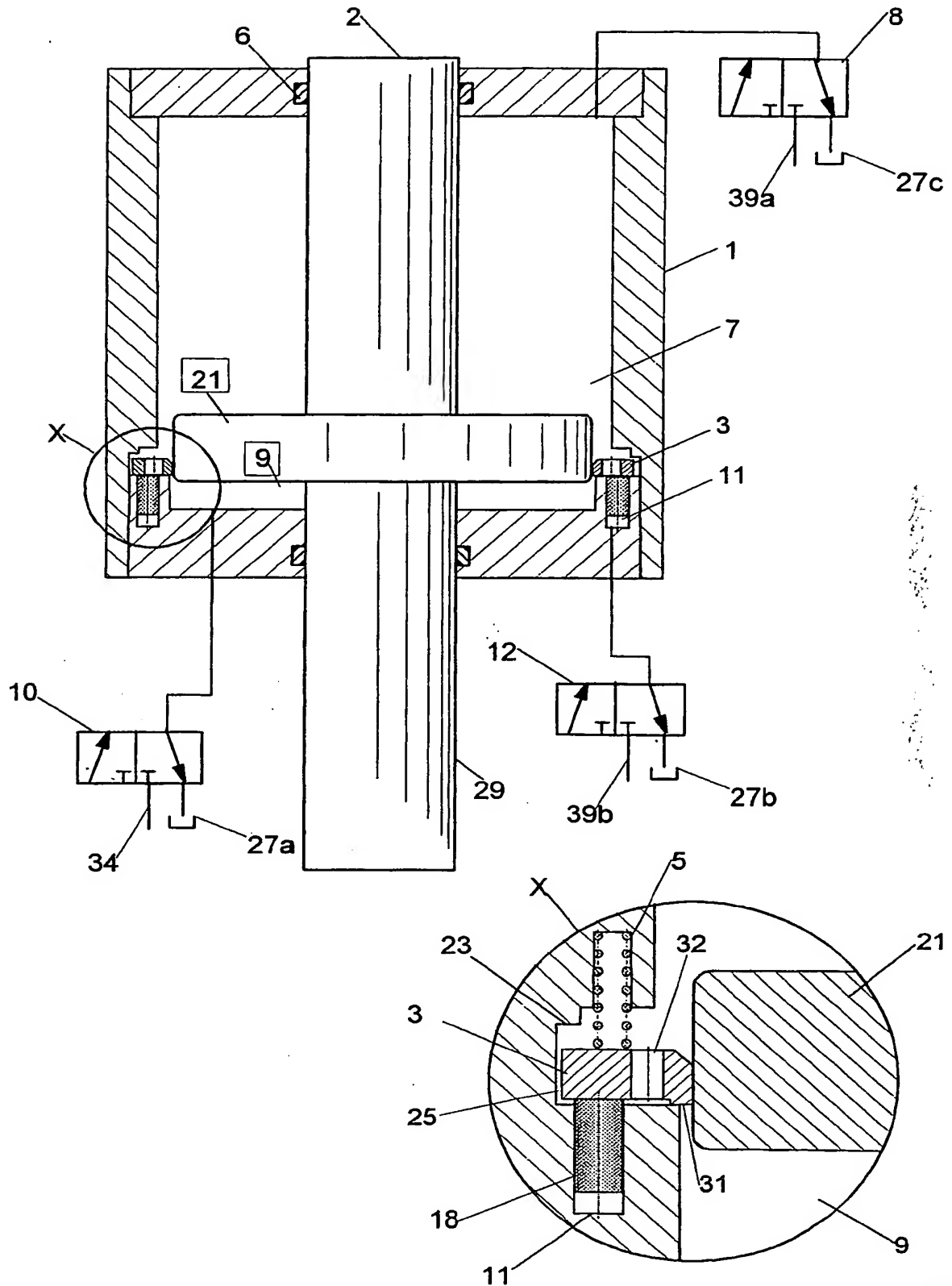


Fig. 18

